

FERNANDO CÉSAR VIEIRA ZANELLA

**ESTRUTURA DA COMUNIDADE DE ABELHAS
SILVESTRES (HYMENOPTERA, APOIDEA) DA
ILHA DO MEL, PLANÍCIE LITORÂNEA
PARANAENSE, SUL DO BRASIL, COM
NOTAS COMPARATIVAS**

Tese apresentada à Coordenação do Curso
de Pós-Graduação em Ciências Biológicas,
área de concentração em Entomologia, da
Universidade Federal do Paraná, como par-
te dos requisitos para a obtenção do título
de Mestre em Ciências Biológicas.

Curitiba, Paraná


1991

FERNANDO CÉSAR VIEIRA ZANELLA

ESTRUTURA DA COMUNIDADE DE ABELHAS SILVESTRES
(HYMENOPTERA, APOIDEA) DA ILHA DO MEL, PLANÍCIE LITORÂNEA
PARANAENSE, SUL DO BRASIL.

Tese aprovada como requisito parcial
para a obtenção do grau de Mestre no
Curso de Pós-Graduação em Ciências
Biológicas, área de Concentração
Entomologia, pela Comissão formada
pelos seguintes membros:


Profª. DANÚNCIA URBAN
Universidade Federal do Paraná


Profª. Dra. YOKO TERADA
Universidade Estadual de Maringá


Profª. MARIA C. DE ALMEIDA
Universidade Federal do Paraná

Curitiba, 9 de dezembro de 1991

AGRADECIMENTOS

O autor agradece à todos que contribuíram para a realização deste trabalho, em especial:

Ao Prof. Sebastião Laroca, pela orientação e amizade;

Ao Prof. Jesus S. Moure, pela identificação de boa parte das espécies de abelhas;

Aos botânicos Sandro Menezes da Silva, Ricardo Britez, Wagner Souza e Gert Hatchbach, pela identificação e informações a respeito das espécies de plantas;

Ao estudante de Biologia Dalton de Souza, pela feitura dos desenhos à nanquim;

Ao Prof. Fernando Sedor, pelas fotografias;

Ao Prof. Joaquim Sena-Maia, pelos esclarecimentos sobre estatística;

Às Professoras Maria Christina e Danúncia, pelo apoio;

Aos amigos da Pós-Graduação: Deni, Hilda, Eliane, Margareth, Mauro Brito, Cecília, Gervásio, Sandro, Luciana, Manuel, Nora, Márcia, Francisco *et alli*;

Aos colegas da Associação dos Pós-Graduandos;

Ao pessoal do Projeto Ilha do Mel-PRAC-UFPR e seus coordenadores: Prof. Bonin, Prof. Luiz Fernando e Prof^a. Suely;

Ao Instituto de Terras, Cartografia e Florestas do Paraná, pela cessão das fotografias aéreas.

SUMÁRIO

Lista de figuras.....	v
Lista de tabelas.....	vi
Resumo.....	vii
Summary.....	ix
 INTRODUÇÃO.....	 1
 MATERIAL E MÉTODOS	
 1. Área de Estudo.....	 3
2. Amostragem.....	9
3. Análise dos Dados.....	12
 RESULTADOS E DISCUSSÃO	
 1. COMPOSIÇÃO FAUNÍSTICA	
1.1. Espécies de Abelhas Coletadas.....	15
1.2. Abundância Relativa e Diversidade.....	21
1.3. Espécies Predominantes.....	31
1.4. Espécies Exclusivas e Espécies Ausentes.....	37
1.5. Compensação de Densidade.....	45

2. FENOLOGIA

2.1. Aspectos Gerais.....	47
2.2. Sucessão das Espécies Predominantes.....	50
2.3. Ciclo Anual de Algumas Espécies Predominantes.....	57

3. VISITA ÀS FLORES

3.1. Lista das Espécies de Plantas Visitadas por Abelhas.....	64
3.2. Abundância Relativa das Famílias de Abelhas Sobre as Famílias de Plantas.....	69
3.3. Espécies de Plantas Predominantemente Visitadas e suas Fenologias.....	73

CONCLUSÕES	80
------------------	----

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	84
---------------------------------	----

LISTA DAS FIGURAS

1. Flutuação mensal da temperatura e precipitação em Paranaguá.	4
2. Localização da área de estudos na planície litorânea para- naense	6
3. Fotografias aéreas da área de coleta na Ilha do Mel	8
4. Abundância relativa em número de espécies e indivíduos por família de abelha	23
5. Ocorrência dos gêneros de abelhas na Ilha do Mel e em Ale- xandra	26
6. Distribuição da frequência de espécies de abelhas em classes de abundância	29
7. Abundância relativa das espécies de abelhas predominantes na Ilha do Mel	32
8. Abundância relativa das espécies de abelhas predominantes em Alexandra	34
9. Fenologia das famílias de abelhas silvestres	48
10. Sucessão mensal das espécies predominantes de abelhas ...	51
11. Espécies de plantas mais visitadas na Ilha do Mel e em Ale- xandra	63
12. Relação Abelha-Planta a nível de família	70
13. Sucessão mensal das visitas às espécies de plantas predomi- nantes	75

LISTA DE TABELAS

1. Número de espécies de abelhas por família na Ilha do Mel e Alexandra	22
2. Número de espécies, de indivíduos e de indivíduos por espécie para os vários gêneros de abelhas	25
3. Número de espécies de abelhas em Alexandra, separadas em exclusivas e compartilhadas com a Ilha do Mel	38
4. Resumo da fenologia das espécies predominantes na Ilha do Mel	58
5. Relação Abelha-Planta ao nível de família na Ilha do Mel ..	61
6. Relação Abelha-Planta ao nível de família em Alexandra ...	62
7. Períodos de florada das espécies de plantas mais visitadas na Ilha do Mel	74

RESUMO

Uma comunidade insular de abelhas silvestres é comparada a outra de uma área próxima, situada no continente (dados de LAROCA, 1974), quanto à diversidade, abundância relativa, fenologia e visitas às flores.

Amostragens periódicas, realizadas durante um ano em áreas restritas, respectivamente, na Ilha do Mel e em Alexandra (planície litorânea paranaense, sul do Brasil), foram feitas por meio da metodologia descrita em SAKAGAMI, LAROCA & MOURE (1967). Os sítios de coletas, apesar de não se localizarem geograficamente nos trópicos, apresentam associações bióticas semelhantes às de habitats tropicais.

A relativa "pobreza" de espécies observada na comunidade insular não ocorreu de modo correspondente nas famílias e subfamílias de abelhas. Na Ilha do Mel, dos 2130 exemplares coletados, representando 75 espécies, houve uma predominância de Halictidae, tanto em número de espécies como de indivíduos. Megachilidae e Meliponinae, grupamentos caracterizados em Alexandra pelo elevado número de espécies e de indivíduos respectivamente, estão pouco representados na comunidade insular. A nível específico Dialictus opacus (Moure) (Halictidae) predominou na Ilha do Mel (cerca de 42,5% do total de indivíduos coletados). Esta espécie foi inclusive a mais abundante em todos os meses, exceto em agosto.

No que concerne à fenologia ocorreu na Ilha do Mel, de modo semelhante à Alexandra, uma redução das atividades externas dos indivíduos adultos de abelhas silvestres durante o inverno, tendo Colletidae, Megachilidae e Anthophoridae (excluido Xylocopinae) interrompido suas atividades de visitas às flores neste período. O pico de maior número de espécies em atividade ocorreu em ambos os locais entre março e abril.

Do total de exemplares capturados na Ilha do Mel, 2039 o foram visitando flores de 69 espécies de plantas. A família mais visitada em número de espécies de plantas e de abelhas foi Compositae. Porém Rubiaceae foi a mais visitada em número de indivíduos de abelhas, isto se deve principalmente à elevada frequência de Dialictus opacus visitando flores de plantas desta família.

Alguns aspectos a respeito da diversidade de abelhas em regiões tropicais e da escassez de meliponíneos na comunidade insular são discutidos.

SUMMARY

A wild bee assemblage of a restricted area at Ilha do Mel is compared -- in terms of diversity, relative abundance, phenology and flower visits -- with that of a nearby continental site in Alexandra (data from LAROCA, 1974), both in the coastal plain of Paraná (Southern Brazil).

The periodical standardized sampling procedure utilized is described in SAKAGAMI, LAROCA & MOURE (1967). The study sites, although not geographically localized in the tropics, have biotic associations similar to those of tropical habitats.

The relative "paucity" of species observed in the insular community did not occur at a similar way in all wild bee families and subfamilies. At Ilha do Mel, of 2130 individuals collected, representing 75 species, Halictidae predominated both in number of species as in number of individuals. Megachilidae and Meliponinae groups, characterized at Alexandra by the high number of species and individuals respectively, are poorly represented at the insular community. At specific level Dialictus opacus (Moure) (Halictidae) predominated (about 42,5% of total collected individuals). This species was also the most abundant every month, except in August.

Concerning phenology: a reduction of activity of adult wild bees during the winter occurred at Ilha do Mel, similar to Alexandra, with Colletidae, Megachilidae and Anthophoridae (Xylocopinae excluded) interrupted activities of flower visitation during this period. The highest number of species in activity occurred between March and April in both areas.

Of the total individuals collected at Ilha do Mel, 2039 were captured visiting flowers of 69 plant species. Compositae was the most visited family both in number of plant species visited and in number of species of bees, but Rubiaceae was the most visited family in number of individuals of bees, mainly because the high frequency of Dialictus opacus visiting plant species of this family.

Some aspects with respect to the diversity of bees in the tropics and the scarcity of Meliponinae at the insular community are also discussed.

INTRODUÇÃO

As comunidades insulares animais, assim como as vegetais, são notáveis por duas razões: o número de espécies ausentes em relação às comunidades continentais similares e a diferenciação das que estão isoladas (BERRY, 1983). A questão da diversidade em ilhas teve um grande desenvolvimento a partir dos trabalhos de MACARTHUR & WILSON (1963, 1967) que estabeleceram as bases da teoria da biogeografia de ilhas; modelo este, que admite que o número de espécies em uma ilha é o resultado do equilíbrio entre as taxas de extinção e colonização, as quais estão relacionadas a características físicas do ambiente, a área (tamanho da superfície) e o isolamento em relação à área fonte de espécies.

Os processos de extinção e colonização são tratados, no modelo, como fenômenos puramente estocásticos. Todavia, as biotas insulares são frequentemente "desarmônicas", pois alguns organismos são seletivamente eliminados (SIMBERLOFF, 1974; BROWN, 1981). O menor número de espécies faz com que as interações entre as populações possam ser mais facilmente estudadas.

Os estudos com abelhas em ambientes insulares são poucos e têm se concentrado em comunidades de ilhas oceânicas, onde o número de espécies é muito restrito e as relações com as plantas são menos especializadas (ver revisão de KEVAN & BAKER, 1983). Além disso, são escassos também os trabalhos de comunidades de abelhas em regiões tropicais (e. g., CAMARGO & MAZUCATO, 1984; FRANKIE, 1980; HEITHAUS, 1974, 1979a, b, c; LAROCA, 1974; ROUBIK, 1979). De particular interesse aqui é o

trabalho de LAROCA (1974) que inclui uma amostragem realizada em Alexandra, localizada na Planície Litorânea Paranaense, no continente, próximo à Ilha do Mel, que é objeto de estudo neste trabalho (Alexandra, embora não se localize geograficamente nos trópicos, apresenta associações bióticas semelhantes às de habitats tropicais). A análise comparativa entre as duas comunidades foi possível em virtude de terem seguido um método de amostragem estandardizado, desenvolvido inicialmente por SAKAGAMI & MATSUMURA (1967) e SAKAGAMI, LAROCA & MOURE (1967), que permite investigações de natureza quantitativa, acerca da diversidade e abundância nas associações de abelhas silvestres de áreas restritas.

No sul do Brasil foram realizados outros trabalhos com a mesma abordagem -- e. g., SAKAGAMI & LAROCA (1971a, b), CURE (1983), ORTH (1983), ORTOLAN (1989), BORTOLI & LAROCA (1990), LAROCA, CURE & BORTOLI (1982) e TAURA (1990), estes dois últimos em um logradouro no centro da cidade de Curitiba, que talvez possa ser considerado como uma "ilha de habitat".

Esta investigação tem caráter exploratório e ao comparar a composição da Apifauna da Ilha do Mel à de Alexandra, visa gerar hipóteses explicativas para os padrões mais evidentes, tendo-se em conta que a descoberta das causas das distribuições (por exemplo, a ausência de um grupo de espécies na comunidade insular) é dependente do nível de conhecimento acerca da bionomia das espécies (ver discussão em VUILLEUMIER & SIMBERLOFF, 1980 e SUDGEN, 1983). Outro objetivo é aumentar a compreensão sobre a diversidade, abundância, relação com as plantas e fenologia da Apifauna da Planície Litorânea como um todo.

MATERIAL E MÉTODOS

1. ÁREA DE ESTUDO

A Planície Litorânea Paranaense, onde se localizam a Ilha do Mel e Alexandra, é formada pelos sedimentos originados nas variações dos níveis pretéritos do mar e pelas elevações do Complexo Cristalino (MAACK, 1968 e BIGARELLA, 1978).

O clima da região foi classificado por SETZER como Cfa (Koeppen) (cf. MAACK, op.cit.) indicando um clima pluvial temperado, com a temperatura média do mês mais frio entre +18 e -3°C (no caso 17°C), sempre úmido, com chuva em todos os meses do ano e a temperatura média do mês mais quente maior que 22°C. Entretanto, para MAACK, o símbolo Cfa deve ser alterado para Af(t), considerando-se que as formações vegetais, Mata Pluvial Tropical e Mangrove são idênticas às situadas mais ao norte, acrescentando-se "t" como símbolo de zona tropical de transição. A temperatura média anual é de 21,1°C, a do mês mais quente (janeiro) 24,9°C e a do mês mais frio (julho) 17°C. A distribuição dos dias de chuva é regular, não havendo uma estação seca definida, porém no inverno a precipitação é menor (642,1 mm) do que no verão (1334,3 mm) (MAACK, 1968).

Durante o ano de 1988 as temperaturas médias mensais estiveram mais baixas que as normais nos meses de maio, junho, julho e agosto, final do outono e inverno, ficando a média anual em 20,7°C (Figura 1). A precipitação no ano foi de 2130,5 mm, sendo excessivamente maior que a normal em janeiro e maio e menor em julho, agosto e novembro. A região é caracteri-

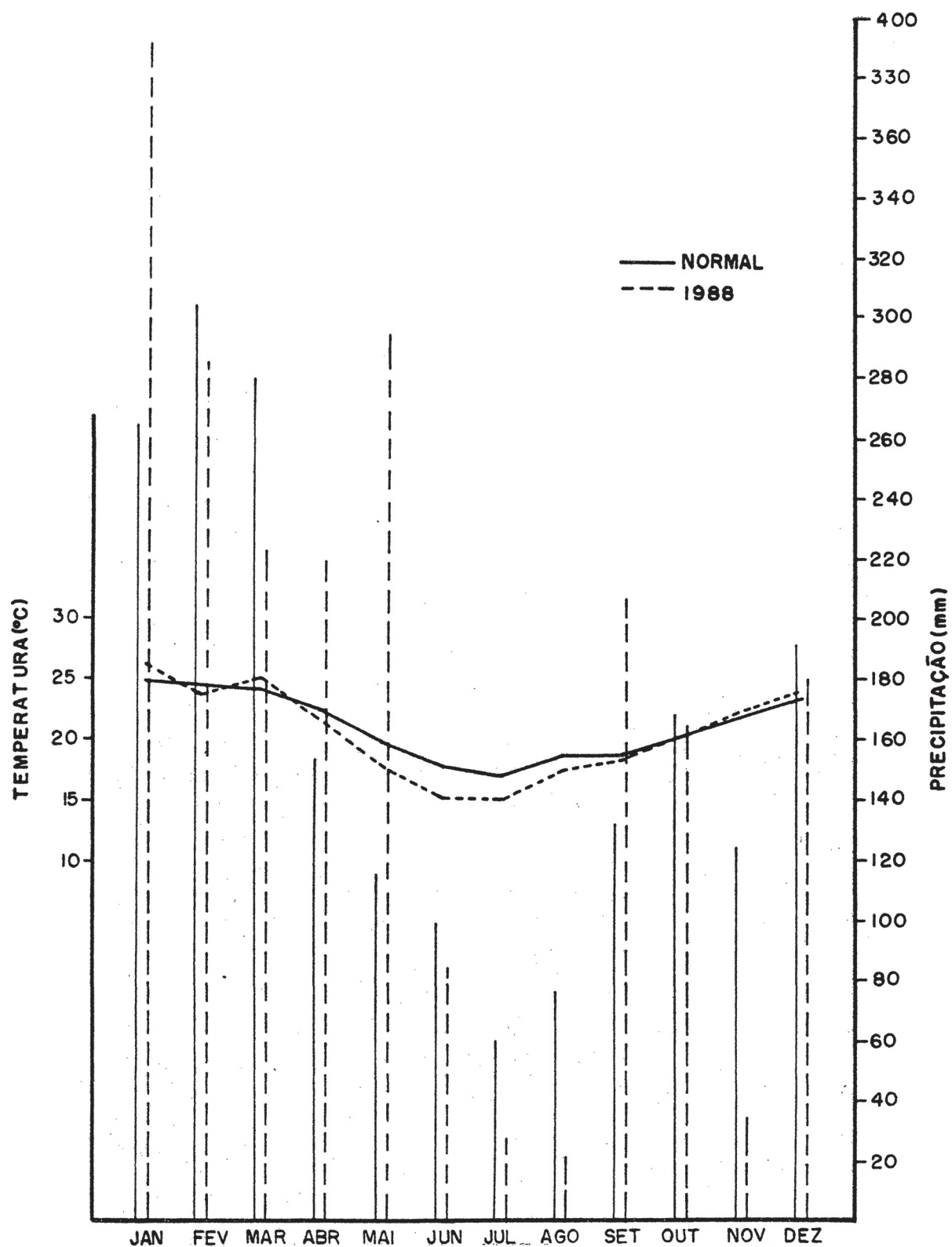


FIGURA 1. Flutuação mensal da temperatura e precipitação em Paranaguá, planície litorânea paranaense. Normais conforme MAACK (1968). Dados de 1988 da Estação Meteorológica de Paranaguá.

zada como Floresta úmida Pré-Montana Subtropical pelo sistema de classificação das Zonas de Vida (cf. HOLDRIDGE, 1967). Os dados meteorológicos registrados para a região por MAACK foram coletados na Estação Meteorológica de Paranaguá, a 5 m de altitude e 15 Km da Orla Atlântica (Figura 2). Não existem dados da Ilha do Mel, mas em Pontal do Sul, local mais próximo da Ilha no Continente, são frequentes ventos com velocidade de 4 à 6 m/s (INPH, 1988).

O revestimento florístico da Planície Litorânea Paranaense, descrito por MAACK (1968) e KLEIN (1984) pode ser dividido em quatro formações: a vegetação das praias, a dos manguezais, a das dunas e a floresta ombrófila densa (mata pluvial da encosta atlântica). Segundo MAACK a restinga (no caso a vegetação das dunas) reveste a parte central da Ilha do Mel e a mata pluvial tropical aparece em locais mais úmidos e de solo mais estratificado da planície quaternária e também nas encostas.

A Ilha do Mel se localiza na entrada da Baía de Paranaguá, Paraná (Figura 2), possui 2762 ha de área e sua distância à Ilha das Peças é de aproximadamente 1750 m, sendo que esta está a apenas 200 m do continente e a distância da Ilha do Mel à Pontal do Sul, no continente, é de 2850 m (Dados da Carta de Navegação número 1922 - Marinha do Brasil)

As coletas foram realizadas em uma área restrita adjacente ao Forte da Ilha do Mel, ao norte e ao sul, à beiramar, recoberta em grande parte por vegetação secundária entremeadada a elementos da Floresta Atlântica, da vegetação das dunas e das praias. Em geral predominaram ervas, arbustos e arvoretas devido ao caminho percorrido ser próximo a casas de ve-

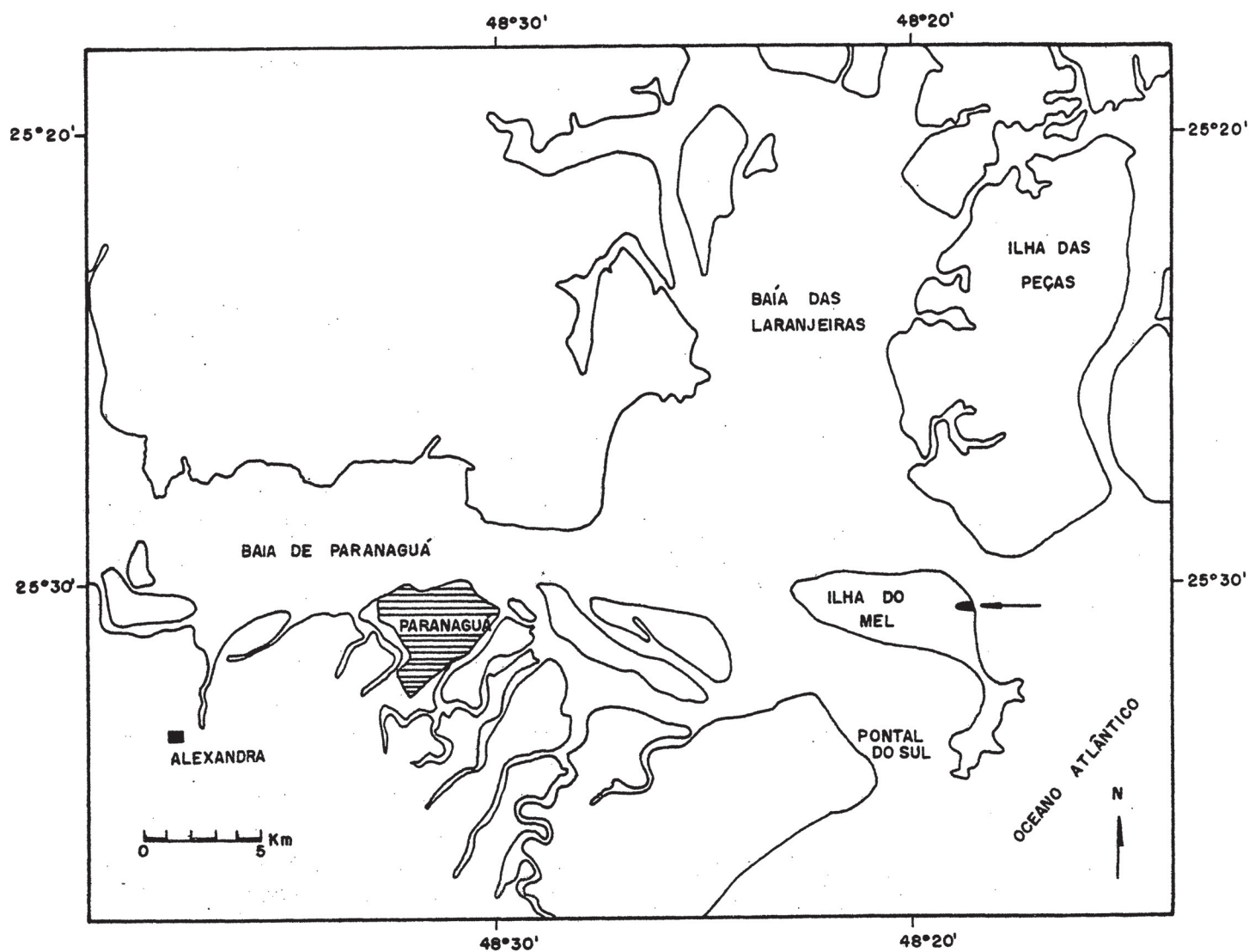


FIGURA 2. Localização da Ilha do Mel, de Alexandra e de Paranaguá na planície litorânea paranaense. A seta indica a área de coletas na Ilha do Mel.

ranistas, habitadas apenas durante uma pequena parte do ano. Entre as espécies de plantas presentes que representariam os tipos florísticos segundo KLEIN (1984), podemos citar:

Vegetação de praia - Ipomoea pescaprae, Hydrocotyle bonariensis e Acicarpa sebatulata;

Vegetação das dunas - Cordia curassavica, Epidendrum mosenii, Guapira opposita, Eugenia uniflora, Aechmea nudicaulis e Schinus terebinthifolius;

Floresta Ombrófila Densa - Suaerus romanzoffianum, Tapirira guianensis e Andira fraxinifolia.

Também estavam presentes espécies típicas de vegetação secundária, como Libouchina clavata, L. sellowiana e Baccharis caessiniifolia (cf. LAROCA, 1974) e grandes aglomerados de Diodia radula, Borreria verticillata e Vernonia scorpioides, espécies que usualmente ocupam áreas abertas, clareiras e beira de caminhos.

Através de fotografia aérea, reproduzida na Figura 3, pode-se observar que nas proximidades da área de coleta a vegetação estava bem preservada. Maiores informações sobre o clima e a vegetação de Alexandra se encontram em LAROCA (1974).

A



B



FIGURA 3. Fotografias aéreas da área de coletas e áreas adjacentes na Ilha do Mel, em escala não determinada, obtidas através do levantamento aerofotogramétrico de 1985, fornecidas pelo Instituto de Terras, Cartografia e Florestas do Paraná.
(A) Parte da área de coletas situada ao sul do Morro do Forte.
(B) Parte da área de coletas situada ao norte do Morro do Forte.

2. AMOSTRAGEM

O método de coleta utilizado está descrito em SAKAGAMI, LAROCCA & MOURE (1967) e LAROCCA (1974) e consiste, basicamente, na captura de abelhas silvestres, utilizando-se uma rede entomológica, nas flores ou em voo, procurando representar relativamente a abundância de cada espécie em dado momento, de modo que os recursos, fontes de néctar e/ou pólen, utilizados pelas abelhas na área a ser estudada sejam representados da mesma maneira. Sendo importante o fato de que a mesma área seja percorrida durante todos os dias de coletas.

Não foram coletados indivíduos de Apis mellifera L., de acordo com as amostragens já realizadas em outros trabalhos, para não prejudicar a eficiência na coleta de abelhas silvestres. No entanto, foram feitas observações qualitativas sobre as plantas visitadas por A. mellifera, sua abundância e se coletava pólen.

As abelhas foram coletadas individualmente ou em grupo. Após a captura foram colocadas em tubo mortífero, cada um correspondendo a uma planta. Ao término de cada hora de coleta os insetos foram transferidos dos frascos mortíferos para recipientes plásticos que continham os dados da planta visitada, hora e data de coleta. No início e término de cada hora de coleta foram tomados dados meteorológicos:

a) temperatura e umidade relativa do ar, por meio de um termômetro e um psicômetro, dispostos em abrigo meteorológico improvisado, a aproximadamente um metro e quarenta centímetros do solo;

- b) nebulosidade, observando-se diretamente a área do firmamento coberta por nuvens, em uma escala de 0 a 10;
- c) velocidade do vento, utilizando-se a escala de Beaufort;
- d) insolação, anotando-se simplesmente a presença de sol descoberto ou não;
- e) direção do vento.

Nos dias de coleta percorreu-se uma área correspondente à quatro horas de caminhada, nos horários compreendidos entre as 9:30 e 11:30 h e as 12:30 e 14:30 h, em ritmo forte, fazendo sempre o mesmo percurso. Como a cada hora de coleta correspondia sempre um quarto da área, procurou-se alternar o local do início da coleta, evitando uma eventual distorção de amostragem, pois muitas abelhas têm seu horário de atividade restrito a um período do dia e da mesma maneira algumas plantas não oferecem recursos durante todo o dia. Assim, devido a distribuição não homogênea das plantas na área em estudo, poderíamos deixar de coletar certas espécies de abelhas se visitássemos uma determinada planta sempre no mesmo período.

As coletas foram realizadas pelo autor, geralmente obedecendo a um intervalo de doze dias, perfazendo um total de 26 dias de coleta durante o ano de 1988.

RELAÇÃO DOS DIAS DE COLETA - 1988

MÊS	- DIAS
janeiro	- 2, 16, 29
fevereiro	- 10, 26
março	- 11, 25
abril	- 8, 22
maio	- 6, 20
junho	- 3, 17
julho	- 1, 15, 29
agosto	- 12, 26
setembro	- 9, 23
outubro	- 7, 20
novembro	- 4, 19
dezembro	- 2, 16

Algumas distorções relacionadas à este método de amostragem são discutidas por SAKAGAMI, LAROCCA & MOURE (op.cit) e por LAROCCA (op.cit.), principalmente quanto à influência da remoção de indivíduos sobre o tamanho das populações, às diferentes probabilidades de captura das espécies de abelhas devido às características específicas e às diferenças individuais entre os coletores.

3. ANÁLISE DOS DADOS

As informações sobre as espécies de abelhas coletadas e plantas visitadas foram codificadas e colocadas em banco de dados no computador da Universidade Federal do Paraná (DEC10-SISTEM do Centro de Computação Eletrônica) da forma que segue:

- .Número do indivíduo: quatro dígitos, de 0001 a 2130;
- .Família de abelha: quinto dígito, de 1 a 7, incluindo a subfamília Xylocopinae;
- .Gênero de abelha: sexto e sétimo dígitos;
- .Espécie de abelha: oitavo ao décimo dígitos;
- .Sexo: 11º dígito, 0=macho, 1=fêmea, 2=rainha, 3=operária;
- .Desgaste alar: 12º dígito, 0=intacta, 1=levemente desgastada, 2=medianamente desgastada, 3=fortemente desgastada, 4=sem informação;
- .Quantidade de pólen: 13º dígito, 0=sem pólen, 1=traços de pólen em qualquer parte do corpo, 2=traços de pólen nos aparelhos de transporte, 3=carga moderada nos aparelhos transportadores, 4=carga ocupando o aparelho em quase sua totalidade, 5=aparelho repleto de pólen;
- .Data: ano - 14º e 15º dígitos, mês - 16º e 17º dígitos, dia 18º e 19º dígitos;
- .Hora: 20º dígito, varia de 1 a 4;
- .Família de planta: 21º e 22º dígitos;
- .Gênero de planta: 23º e 24º dígitos;
- .Espécie de planta: 25º a 27º dígitos;
- .Sub-área: 28º dígito, varia de 1 a 4.

Estas variáveis foram combinadas e resultaram em listagens através de programa para manipulação de dados elaborado por CURE & LAROCCA(1984).

Para calcular os limites de confiança da abundância relativa (%) das espécies predominantes foi utilizado o método de KATO, MATSUDA e YAMASHITA(1952)(ver LAROCCA,1974), dado pela seguinte fórmula:

$$\text{LIMITE SUPERIOR} = (n_1 \cdot f_0 \cdot 100) / (n_2 + n_1 \cdot f_0)$$

$$n_1 = 2(k+1) \quad n_2 = 2(N-k+1)$$

$$\text{LIMITE INFERIOR} = [(1 - n_1 \cdot f_0) / (n_2 + n_1 \cdot f_0)] 100$$

$$n_1 = 2(N-k+1) \quad n_2 = 2(k+1)$$

onde, N é o número total de indivíduos capturados, k é o número de indivíduos da espécie, f_0 é obtido através da tabela de distribuição f (nos graus de liberdade n_1 e n_2 , a 5% de probabilidade). Foram consideradas espécies predominantes aquelas cujo limite inferior foi maior que o limite superior para $k=0$.

O número de espécies em diferentes classes de abundância foi ajustado à log-normal truncada (PRESTON,1948 e 1962) pela fórmula:

$$S(R) = S_0 \cdot e^{-\frac{a \cdot R^2}{2}}$$

onde, S=número de espécies por oitava(R);

S_0 =moda;

e=base dos logaritmos naturais;

a=constante estimada pela fórmula, $a^2 = 1/2s^2$;

através do programa de GAUCH & CHASE(1974) que permite um melhor ajuste para curvas truncadas, por meio de uma diminuição da somatória do quadrado dos desvios.

O índice de Shannon-Wiener (cf. KREBS, 1978) utilizado para se estimar a diversidade (H'), foi calculado através da fórmula: $H = -\sum p_i \log_2 p_i$, onde p_i é a proporção de indivíduos (f_i/N) correspondentes à i -ésima espécie, sendo f_i o número de indivíduos da espécie i e N o número total de indivíduos da amostra. O índice de Equitabilidade (E) foi calculado pela fórmula: $E = H/\log_2 S$, onde S é o número total de espécies.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

1. COMPOSIÇÃO FAUNÍSTICA

1.1. ESPÉCIES DE ABELHAS COLETADAS

As espécies relacionadas foram determinadas, em parte, através de comparação com o material de Alexandra (LARDCA, 1974) e mesmo as não determinadas ao nível de espécie, que se encontram numeradas, foram comparadas às de Alexandra para definir se pertencem à mesma espécie. As espécies exclusivas da amostra da Ilha do Mel estão indicadas pela notação (+) e Augochlorella michaelis está indicada com um asterisco (*) porque não foi possível compará-la à Augochlorella sp de Alexandra. Os exemplares estão depositados no Museu Entomológico do Departamento de Zoologia da Universidade Federal do Paraná. O número à direita representa o código da espécie no banco de dados.

COLLETIDAE

- + Colletes petropolitanus Dalla Torre, 1896 101001
- + Hylaeus sp 1 a 7 102002 a 008

HALICTIDAE

- Agapostemon semimelleus Cockerell, 1900 311018
- Augochlora (Augochlora) amphitrite (Schrottky, 1909) 312035
- A. (A.) caerulior Cockerell, 1900 312022
- + A. (A.) aff. caerulior 312023
- + A. (A.) aff. pyrgo 312020
- A. (Oxistoglossa) morrae (Strand, 1909) 312038

A. (A.) sp 1	312036
+ A. (A) sp 2 a 4	312021, 037 e 039
<u>Augochlorella ephyra</u> (Schrottky, 1910)	313028
* <u>A. michaelis</u> (Vachal, 1911)	313029
<u>Augochloropsis cupreola</u> (Cockerell, 1900)	314027
<u>A. multiplex</u> (Vachal, 1903)	314025
(= <u>Augochloropsis euehrosine</u> Holmberg, 1903)	
- A. sp 1 e 6	314026 e 033
+ A. sp 2 a 5	314030, 031, 034 e 032
+ <u>Caenohalictus incertus</u> (Schrottky, 1902)	308014
<u>Dialictus opacus</u> (Moure, 1940)	304010
+ <u>Neocorynura</u> (<u>Neocorynura</u>) <u>atromarginata</u> (Cockerell, 1901)	310016
+ N. (N.) <u>pseudobaccha</u> (Cockerell, 1901)	310017
<u>Pseudaugochloropsis graminea</u> (Fabricius, 1804)	306012
+ <u>Sphacodes</u> sp	309015
+ <u>Temnosoma</u> sp	307013
<u>Thectochlora alaris</u> (Vachal, 1904)	305011

MEGACHILIDAE

<u>Coelioxys</u> sp	415042
<u>Hypanthidium flavomarginatum</u> Smith, 1879	416043
<u>Megachile</u> (<u>Dactilomegachile</u>) <u>affabilis</u> Mitchell, 1930	417047
M. (<u>Leptorachis</u>) <u>aetheria</u> Mitchell, 1930	417046
M. (<u>Pseudocentron</u>) <u>nudiiventris</u> Smith, 1853	417044
M. (P.) <u>pyrogastra</u> Cockerell, 1913	417048
M. (P.) sp	417045

ANTHOPHORIDAE

<u>Centris</u> (<u>Melanocentris</u>) <u>atra</u> Friese, 1899	519051
<u>C.</u> (<u>Hemisiella</u>) <u>tarsata</u> Smith, 1903	519054
<u>Ceratina</u> (<u>Calloceratina</u>) <u>chloris</u> (Fabricius, 1804)	628065
<u>C.</u> (<u>Crewella</u>) <u>maculifrons</u> Smith, 1854	628066
<u>C.</u> sp 1 a 3	628069, 067 e 068
<u>Ceratinula</u> sp 1 a 3	629070, 071 e 074
+ <u>C.</u> sp 4 e 5	629072 e 073
<u>Epicharis</u> (<u>Anepicharis</u>) <u>deleanii</u> Lapeletier, 1841	520055
+ <u>E.</u> sp 1	520056
<u>Exomalopsis</u> sp 1	523059
<u>Leiopodus</u> sp 1	525061
<u>Melitoma</u> sp 1	526062
<u>Mesoplia</u> <u>rufipes</u> (Perty, 1833)	521057
<u>Mesocheira</u> <u>bicolor</u> (Fabricius, 1804)	522058
<u>Paratetrapedia</u> sp 1	527063
+ <u>E.</u> sp 2	527064
+ <u>Trophocleptia</u> sp	524060
<u>Xylocopa</u> (<u>Megaxylocopa</u>) <u>frontalis</u> (Olivier, 1789)	618049
<u>X.</u> (<u>Neoxylocopa</u>) <u>brasilianorum</u> (Linné, 1767)	618050

APIDAE

<u>Bombus</u> (<u>Fervidobombus</u>) <u>atratus</u> Franklin, 1913	732078
<u>B.</u> (<u>E.</u>) <u>morio</u> (Swederus, 1787)	732079
+ <u>Euglossa</u> <u>cyanozoma</u> Dressler, 1982	731076
<u>E.</u> sp 1	731077
+ <u>Euplusia</u> <u>hatchbachii</u> Moure MS	730075
<u>Elebeia</u> <u>droryana</u> (Friese, 1900)	733081
<u>E.</u> <u>remota</u> (Holmberg, 1903)	733080

Tetragonisca angustula (Smith, 1863)

734082

É dada a seguir a relação das espécies exclusivas da amostra de Alexandra, realizada por LAROCCA(1974), para melhor comparação.

ANDRENIDAE

Acampetopoeum prini

Cephalurgus anomalus

COLLETIDAE

Niltonia virgilli

HALICTIDAE

Augochlora sp 5 (no trabalho original está incluído em A. spi)

Augochlorella sp

Augochloropsis cleopatra

A. cloera

A. luderwaldti

A. sp 1, 3, 5 e 6

Dialictus sp 1 e 2

Neocorynura sp 1 a 3

Pereirapis sp

MEGACHILIDAE

- Coelioxys sp 1 a 6
- Megachile (Acentron) sp
- M. (Austromegachile) corona
- M. (A.) oligosticta
- M. (A.) trigonaspis
- M. (A.) sp 1 a 5
- M. (Chrisosarus) sp 1 e 2
- M. (Dactilomegachile) sp
- M. (Leptorachis) paulistana
- M. (Neomegachile) sp
- M. (Pseudocentron) curvipes
- M. (P.) terrestris
- M. (P.) sp 2 a 4
- M. (Ptilosarus) sp 1
- M. (Tylomegachile) orba
- M. (Willinkella) anthidioides
- M. (W.) apicipennis
- M. (W.) sp

ANTHOPHORIDAE

- Ancyloscelis sp
- Centris (Centris) flavifrons
- C. (C.) varia
- C. (Heterocentris) analis
- C. (Melanocentris) dorsata
- C. (Paremisia) similis
- Exomalopsis sp 2 e 3
- Melissodes (Epelectica) sexcincta

Melissoptila (Ptilomelissa) aureocincta

Monoeca sp

Paratetrapedia sp 2 e 3

Tapeinotaspoides sp

Thygater (Thygater) analis

Xylocopa (Schoenherria) macrops

APIDAE

Rombus (Fervidobombus) brasiliensis

Cephalotrigona capitata

Eulaema (Apeulaema) nigrata

Euplusia dentilabris

Melipona marginata

Nannotrigona testaceicornis

Oxytrigona tataira cacafofo

Partamona helleri

Scaura latitarsis

Scaetotrigona xanthotricha

Trigona fulviventris guianae

I. fuscipennis

I. spinipes

1.2. ABUNDÂNCIA RELATIVA E DIVERSIDADE

Os dois levantamentos de Apoidea realizados na Planície Litorânea Paranaense, em Alexandra, de fevereiro de 1969 a janeiro de 1970 (LAROCCA, 1974) e na Ilha do Mel em 1988, foram executados seguindo basicamente a mesma técnica de coleta, o que permite realizar comparações entre as abundâncias relativas de espécies e indivíduos por família, ressaltando-se a possibilidade de diferenças estruturais entre os dois locais de coletas, por exemplo, de composição florística, locais para nidificação ou microclima, importantes para algum grupo de abelhas, mas não perceptíveis em uma primeira análise.

Na Ilha do Mel foram coletados 2130 exemplares de abelhas, pertencentes a 75 espécies, enquanto que em Alexandra, 1784 exemplares representando 122 espécies. A pobreza de espécies da Ilha do Mel em relação à Alexandra, em particular, e de ilhas em relação à áreas similares no continente, em geral, está relacionada primariamente à área da ilha e ao seu isolamento da região fonte de espécies (cf. MACARTHUR & WILSON, 1967). A área da ilha determina uma certa capacidade de suporte quanto ao número de espécies possíveis de a habitarem e o isolamento limita a frequência de migração da área fonte para a ilha. Conforme o Modelo da Biogeografia de Ilhas de MacArthur e Wilson, estes dois fatores relacionam-se através das taxas de extinção e imigração em um sistema dinâmico.

Comparando a frequência de espécies por família da Ilha à de Alexandra (Figura 4 e Tabela 1), nota-se que a família Colletidae apresenta um maior número de espécies na Ilha do Mel, contrariando a tendência geral de redução do número de espécies na comunidade insular. Em Halictidae o número de espécies foi o mesmo nas duas amostras, enquanto que Megachilidae esteve representado por muito poucas espécies na Ilha do Mel, considerando a sua riqueza de espécies em Alexandra.

TABELA 1. Número de espécies por família de abelha, observado para Alexandra e Ilha do Mel e a probabilidade de serem estatisticamente iguais de acordo com a distribuição binomial.

	ALEXANDRA	I. DO MEL	P
ANDRENIDAE	2	0	0,25
COLLETIDAE	1	8	0,02
HALICTIDAE	28	28	0,55
MEGACHILIDAE	37	7	0,00001
ANTHOPHORIDAE	35	24	0,09
APIDAE	19	8	0,03
Total	122	75	

Dados de Alexandra: LAROCA, 1974.

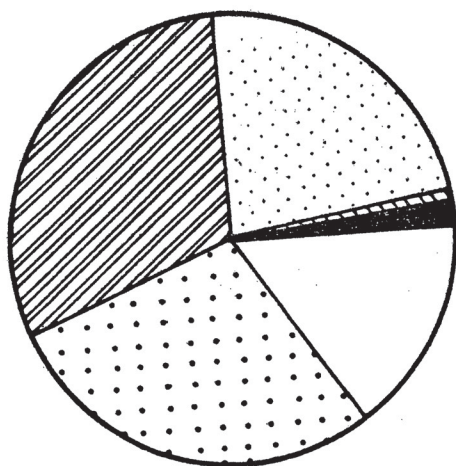
A resultante destas diferentes tendências nas famílias de Apoidea é uma alteração significativa na ordem decrescente de abundância de espécies por família, como se observa no arranjo que segue (MG: Megachilidae, AT: Anthophoridae, HA: Halictidae, AP: Apidae, AD: Andrenidae, CO: Colletidae):

ALEXANDRA: MG > AT > HA > AP > AD > CO

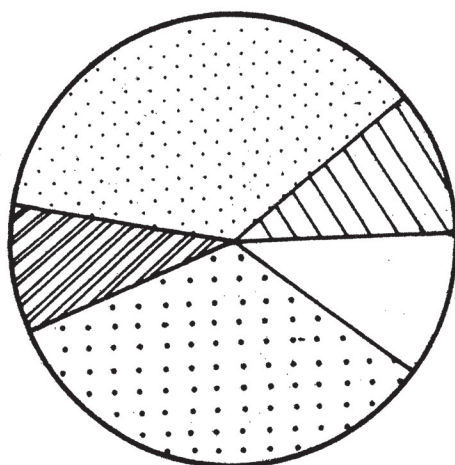
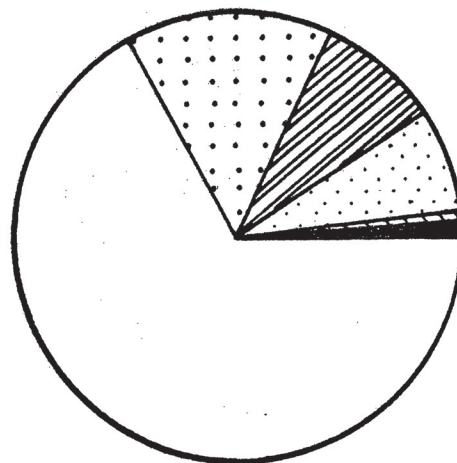
ILHA DO MEL: HA > AT > AP = CO > MG

Espécies

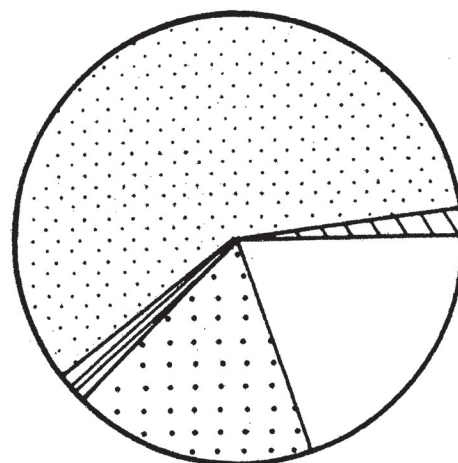
Indivíduos



ALEXANDRA



ILHA DO MEL



LEGENDA

 *Andrenidae*

 *Colletidae*

 *Halictidae*

 *Megachilidae*

 *Anthophoridae*

 *Apidae*

FIGURA 4. Abundância relativa em número de espécies e indivíduos por família de abelhas silvestres em Alexandra (Dados de LAROCCA, 1974) e na Ilha do Mel.

A família Halictidae, nos dois locais, apresenta 28 espécies, sendo Augochlora e Augochloropsis os gêneros com o maior número de espécies (Tabela 2). Anthophoridae é a segunda família em número de espécies nas duas amostras e em Colletidae ressalta-se a presença de Hylaeus, ausente em Alexandra, mas que é o terceiro gênero em número de espécies na Ilha do Mel. Já Megachile que era o gênero mais rico em espécies em Alexandra, com 29 espécies está representado por apenas 5 na Ilha do Mel.

Quando analisamos a ocorrência dos gêneros nas duas localidades, observamos que, de um total de 52 gêneros, 27 são comuns às duas áreas, 19 são exclusivos de Alexandra e 6 da Ilha do Mel (Figura 5). Entre os gêneros exclusivos de Alexandra 8 são de meliponíneos, 6 pertencem à família Anthophoridae, 2 à Andrenidae (que não ocorreu na Ilha do Mel), um à Colletidae, um à Halictidae e um Euglossinae. Dos gêneros exclusivos à Ilha do Mel, Hylaeus apresenta 7 espécies (ver Tabela 2) e Iemnosoma sp, Sphecodes sp e Trophocleptia sp são parasitas. O aspecto mais importante aqui é a escassez de meliponíneos na Ilha do Mel, pois dos 10 gêneros presentes em Alexandra, apenas Plebeia e Tetragonisca ocorrem na Ilha.

O número de indivíduos coletados foi um pouco maior na Ilha do Mel em relação à Alexandra, talvez devido a uma diferença no esforço de coleta, na Ilha do Mel foram realizados 25 dias de coleta e em Alexandra 22, ou devido a diferenças entre os coletores. Apesar destas ressalvas podemos considerar a densidade de abelhas na área de coletas na Ilha do Mel semelhante à da área de coletas de Alexandra.

TABELA 2. Número de espécies, de indivíduos e número médio de indivíduos por espécie de abelha silvestre (Apoidea) em Alexandra (ALEX) e Ilha do Mel (ILHA). A abreviatura dos gêneros dada entre parênteses é a utilizada nas figuras seguintes.

TAXON	NÚMERO DE ESPÉCIES		NÚMERO DE INDIVÍDUOS				Nº MÉDIO DE INDIVÍDUOS/ESPÉCIE	
	ALEX	ILHA	ALEX		ILHA		ALEX	ILHA
			F	M	F	M		
ANDRENIDAE	2	-	7	12			9,5	
Acamptopoeum(Ac)	1		5	11			16,0	
Cephalurgus	1		2	1			3,0	
COLLETIDAE	1	8	3	5	18	22	8,0	5,0
Colletes	-	1				1		1,0
Hylaeus(Hy)	-	7			18	21		5,6
Niltonia(Ni)	1	-	3	5			8,0	
HALICTIDAE	28	28	118	20	833	339	4,9	44,1
Agapostemon(Ap)	1	1	2	4	6	2	6,0	8,0
Augochlora(Ag)	5	9	48	6	85	38	10,8	13,7
Augochlorella	2	2	3	1	3	2	2,0	2,5
Augochloropsis(As)	11	8	43	9	110	24	4,7	16,8
Dialictus(Dl)	3	1	10	-	640	265	3,3	905,0
Neocorynura(Nc)	3	2	3	-	25	8	1,0	15,5
Pereirapis	1	-	3	-			3,0	
Pseudaugochloropsis	1	1	5	-	1	1	5,0	2,0
Thectochlora	1	1	1	-	1	1	1,0	2,0
Temnosoma	-	1			1	-		1,0
Coenohalictus	-	1			1	-		1,0
Sphecodes(Sp)	-	1			9	8		17,0
MEGACHILIDAE	37	7	98	47	24	39	3,9	9,0
Coelioxys(Cx)	7	1	10	6	2	-	2,3	2,0
Hypanthidium(Hd)	1	1	5	5	6	17	10,0	23,0
Megachile(Mg)	29	5	83	36	16	22	4,4	7,6
ANTHOPHORIDAE	35	24	224	49	230	139	7,8	15,4
Ancylloscelis	1	-	-	1			1,0	
Centris(Cn)	7	2	40	15	3	5	7,9	2,5
Ceratina(Ct)	5	5	64	14	41	28	15,6	13,8
Ceratinula(Cl)	3	5	4	-	142	83	1,3	45,0
Epicharis(Ep)	1	2	3	-	9	14	3,0	11,5
Exomalopsis	3	1	6	1	1	-	2,3	1,0
Leiopodus	1	1	1	1	-	3	2,0	3,0
Melissodes	1	-	1	1			2,0	
Melissoptila	1	-	3	-			3,0	
Melitoma	1	1	-	1	-	3	1,0	3,0
Mesoplia(Ms)	1	1	7	-	3	-	7,0	3,0
Mesocheira	1	1	-	3	1	-	3,0	1,0
Monoeca	1	-	-	2			2,0	
Paratetrapedia	3	2	7	3	1	2	3,3	1,5
Tapinotaspidoides	1	-	1	1			2,0	
Thygater	1	-	2	1			3,0	
Xylocopa(Xy)	3	2	85	5	29	-	30,0	14,5
Trophocleptria	-	1			-	1		1,0
APIIDAE	19	8	1146	55	397	27	63,2	53,0
Bombus(Bo)	3	2	186	49	105	12	78,3	58,5
Cephalotrigona(Ce)	1	-	10	-			10,0	
Euglossa	1	2	3	-	2	3	3,0	2,5
Eulaema	1	-	-	1			1,0	
Euplusia	1	1	1	-	1	-	1,0	1,0
Melipona(Me)	1	-	10	-			10,0	
Nannotrigona	1	-	4	-			4,0	
Oxitrigona(Ox)	1	-	9	-			9,0	
Partamona(Pa)	1	-	71	1			72,0	
Scaptotrigona(Sc)	1	-	55	-			55,0	
Scaura	1	-	1	-			1,0	
Plebeia(Pb)	2	2	36	-	249	12	18,0	180,5
Tetragonisca(Te)	1	1	26	-	40	-	26,0	40,0
Trigona(Tr)	3	-	734	4			246,0	
TOTAL	122	75	1596	188	1552	578	14,2	28,4

Dados de Alexandra: LAROCA, 1974.

FIGURA 5. Ocorrência dos gêneros de abelhas em Alexandra (dados de LAROCCA, 1974) e Ilha do Mel, Planície Litorânea Paranaense.

ALEXANDRA

ILHA DO MEL

.....
.
.	+++++	.	+++++
.Acamptopoeum	+ Agapostemon	.Colletes	+
.Cephalurgus	+ Augochlora	.Hylaeus	+
.Niltonia	+ Augochlorella	.Coenohalictus	+
.Pereirapis	+ Augochloropsis	.Sphecodes	+
.Ancyloscelis	+ Dialictus	.Temnosoma	+
.Melissodes	+ Neocorynura	.Trophocleptia	+
.Melissoptila	+ Pseudaugochloropsis	.	+
.Monoeca	+ Thectochlora	.	+
.Tapinotaspoides	+ Coelioxys	.	+
.Thygater	+ Hypanthidium	.	+
.Cephalotrigona	+ Megachile	.	+
.Eulaema	+ Centris	.	+
.Melipona	+ Ceratina	.	+
.Nannotrigona	+ Ceratinula	.	+
.Oxytrigona	+ Epicharis	.	+
.Partamona	+ Exomalopsis	.	+
.Scaptotrigona	+ Leiopodus	.	+
.Scaura	+ Melitoma	.	+
.Trigona	+ Mesocheira	.	+
.	+ Mesoplia	.	+
.	+ Paratetrapedia	.	+
.	+ Xylocopa	.	+
.	+ Bombus	.	+
.	+ Euglossa	.	+
.	+ Euplusia	.	+
.	+ Plebeia	.	+
.	+ Tetragonisca	.	+
.....	+
.	+	.	+
.	+++++	.	+++++

Em relação à abundância relativa de indivíduos por família de abelhas nota-se, tal como o ocorrido na comparação das diversidades específicas, a ocorrência de padrões distintos na comparação entre as duas comunidades (Figura 4). A família Apidae que em Alexandra apresenta 67% do total dos indivíduos coletados, está representada por apenas 20% dos indivíduos na Ilha do Mel e em compensação, a família Halictidae que é a quarta família em ordem decrescente de abundância em Alexandra, com 8% do total, corresponde a 55% dos indivíduos coletados na Ilha do Mel. Cabe aqui ressaltar que a elevada abundância de Apidae em Alexandra é devido à frequência de meliponíneos, especialmente de Irigona spp (Tabela 2). Os meliponíneos são espécies sociais que em geral atingem um elevado censo populacional por colônia e a ocorrência de uma colméia nas proximidades da área de coleta pode determinar uma representação significativa na amostra (LAROCCA, 1974). A proporção elevada de Halictidae na Ilha do Mel é devido em grande parte à presença de 905 exemplares de Dialictus opacus.

A componente equitabilidade do índice de diversidade de Shannon-Wiener (H) mostra-nos que, apesar da diferença na diversidade e composição das duas comunidades, as relações de abundância entre as espécies se mantiveram semelhantes.

	ALEXANDRA	ILHA DO MEL
Nº de espécies	122	75
Diversidade (H)	4,6797	3,6361
Equitabilidade	0,6752	0.5802

Entretanto quando distribuimos os dados de número de indivíduos por espécie em classes de abundância (Figura 6), segundo o método de PRESTON (1948, 1962), observamos uma alteração na conformação da curva, semelhante à ocorrida no Passeio Público, uma "ilha de habitat" dentro da cidade de Curitiba (PR), quando comparada às de outros locais da região (ver CURE, 1983). A ocorrência de maiores extremos de abundância e raridade na Ilha do Mel (maior desvio padrão) e de um menor ajuste à log-normal está, segundo MACARTHUR (1969), relacionado ao menor número de espécies e têm correspondência com as diferenças observadas na comparação entre a organização de comunidades bióticas de regiões temperadas e de regiões tropicais (ver também PRESTON, 1980).

As curvas obtidas para Alexandra, Ilha do Mel e também as de Boa Vista, Parque da Cidade e Passeio Público, estudadas por CURE (1983) e de São José dos Pinhais, estudada por BORTOLI (1987) são truncadas próximo à moda, devido ao grande número de espécies representadas por um único indivíduo. Segundo PRESTON (1948) as distribuições truncadas refletem o fato de se trabalhar com amostras que não apresentam a totalidade das espécies da comunidade estudada e com o aumento do esforço de coleta e, conseqüentemente, um menor número de espécies não representadas, a "área oculta" da curva seria reduzida.

Segundo PIELOU (1975) e HUGHES (1986) o uso dos parâmetros que definem uma distribuição log-normal não é possível quando a posição da moda não está definida, isto é, a curva está truncada à direita da moda.

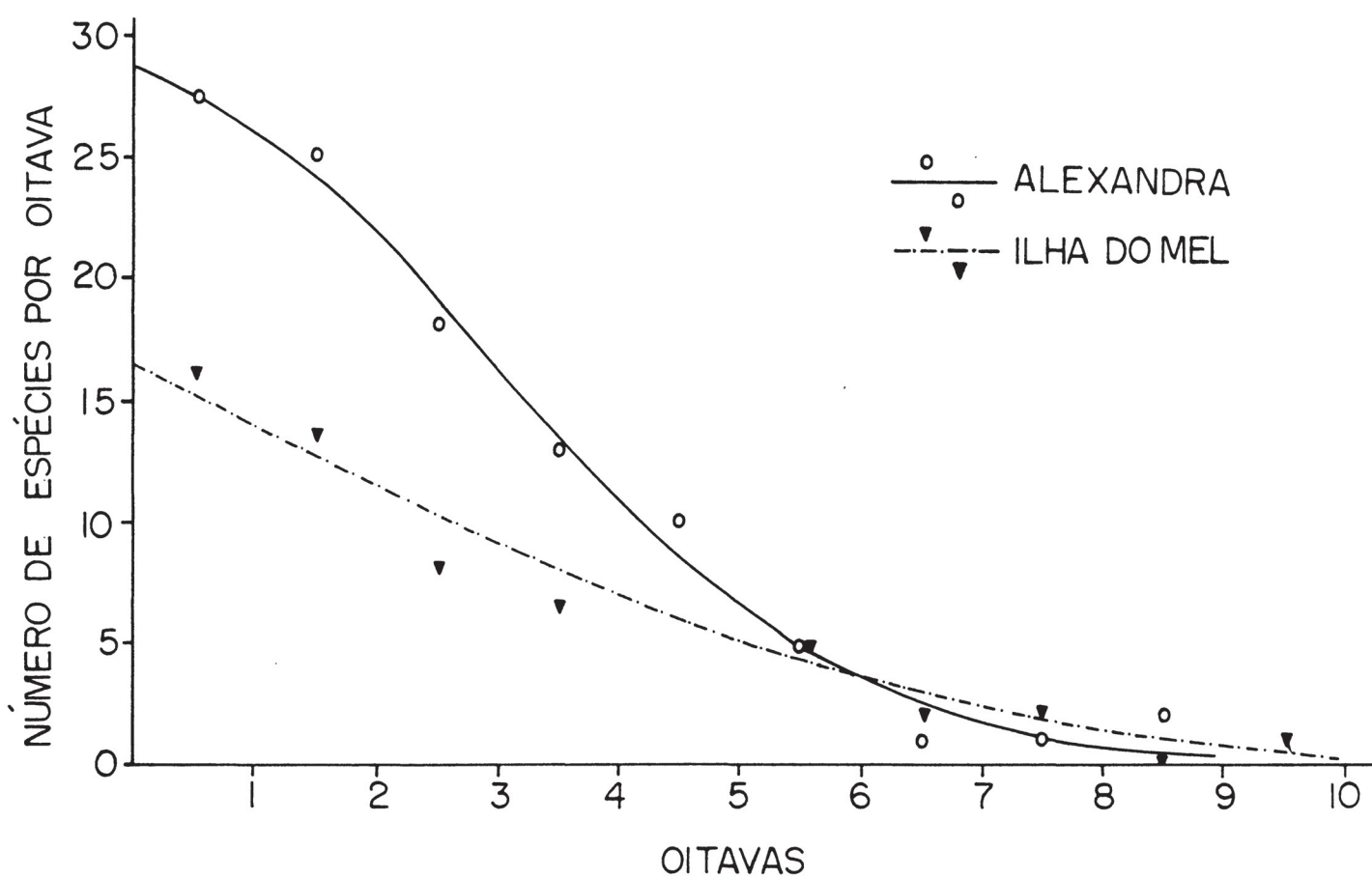


FIGURA 6. Distribuição da frequência de espécies de abelhas silvestres nas diversas classes de abundância (oitavas) pelo método de PRESTON (1948).

A maioria das amostras analisadas por HUGHES, no entanto, não apresentam moda na distribuição das abundâncias das espécies, isto inclui amostras de algas, plantas superiores, artrópodos, peixes, aves, mamíferos e bentos marinhos. O modelo de PRESTON tem sido criticado também por ser apenas descritivo e não levar em conta considerações ecológicas acerca das espécies (PIELOU, 1975 e ROUTLEDGE, 1980) mas o seu uso é válido, segundo PIELOU, para se comparar comunidades e descobrir regularidades nos padrões. É difícil definir as causas de um padrão de distribuição observado, uma vez que, como define MAY (1975), uma suposição biológica implica em uma única distribuição das abundâncias por espécie, mas várias circunstâncias podem originar uma mesma distribuição. Além disso é necessário considerar o método de coleta, se ele reforça a probabilidade de se coletar alguma das classes de abundância. HUGHES (1986) chega a considerar que, devido à ubiquidade da distribuição agregada dos organismos, não há possibilidade de se realizar uma amostragem ao acaso, pois sempre é maior a probabilidade de se coletar indivíduos das espécies já coletadas.

1.3. ESPÉCIES PREDOMINANTES

As figuras 7 e 8 apresentam, respectivamente, as espécies predominantes na Ilha do Mel e em Alexandra, respectivamente, suas frequências (em %) e os limites de confiança, calculados pelo método de KATO, MATSUDA & YAMASHITA (1952) (ver LAROCCA 1974). O gráfico de Alexandra foi refeito a partir de alterações nos dados originais de Laroca.

Na Ilha do Mel, 30 espécies são consideradas predominantes e em Alexandra, 38 espécies, sendo 14 predominantes nas duas áreas. A amostra da Ilha do Mel se distingue conspicuamente da de Alexandra por duas características: a ausência de oito espécies de meliponíneos predominantes no continente e a elevada abundância de Dialictus opacus.

As possíveis causas da menor representação de meliponíneos é discutida no próximo item, mas cabe ressaltar aqui que as espécies desta sub-família, predominantes em Alexandra e ausentes na Ilha do Mel, correspondem a 50% dos indivíduos coletados em Alexandra. Na Ilha do Mel, no entanto, D. opacus corresponde sozinho à 42,5% dos indivíduos coletados e junto com Ceratinula sp 3 à 52,8%; estas duas espécies estão presentes em Alexandra mas com poucos indivíduos.

Ressalta-se também a diminuição da abundância das abelhas de maior porte na Ilha do Mel, se considerarmos as espécies de Xylocopa, Bombus, Epicharis e Centris, predominantes nos dois locais (observando os limites de confiança). A única exceção é Epicharis dejeanii, presente em Alexandra mas predominante somente na Ilha do Mel.

FIGURA 7. Abundância relativa das espécies de abelhas silvestres predominantes na Ilha do Mel. Os limites de confiança são dados pelas barras horizontais com escala na parte superior. A porcentagem acumulada de indivíduos é dada pela linha X-X, com escala na parte inferior. No lado direito está representada a proporção sexual das espécies citadas. Os gêneros estão abreviados conforme a tabela 2.

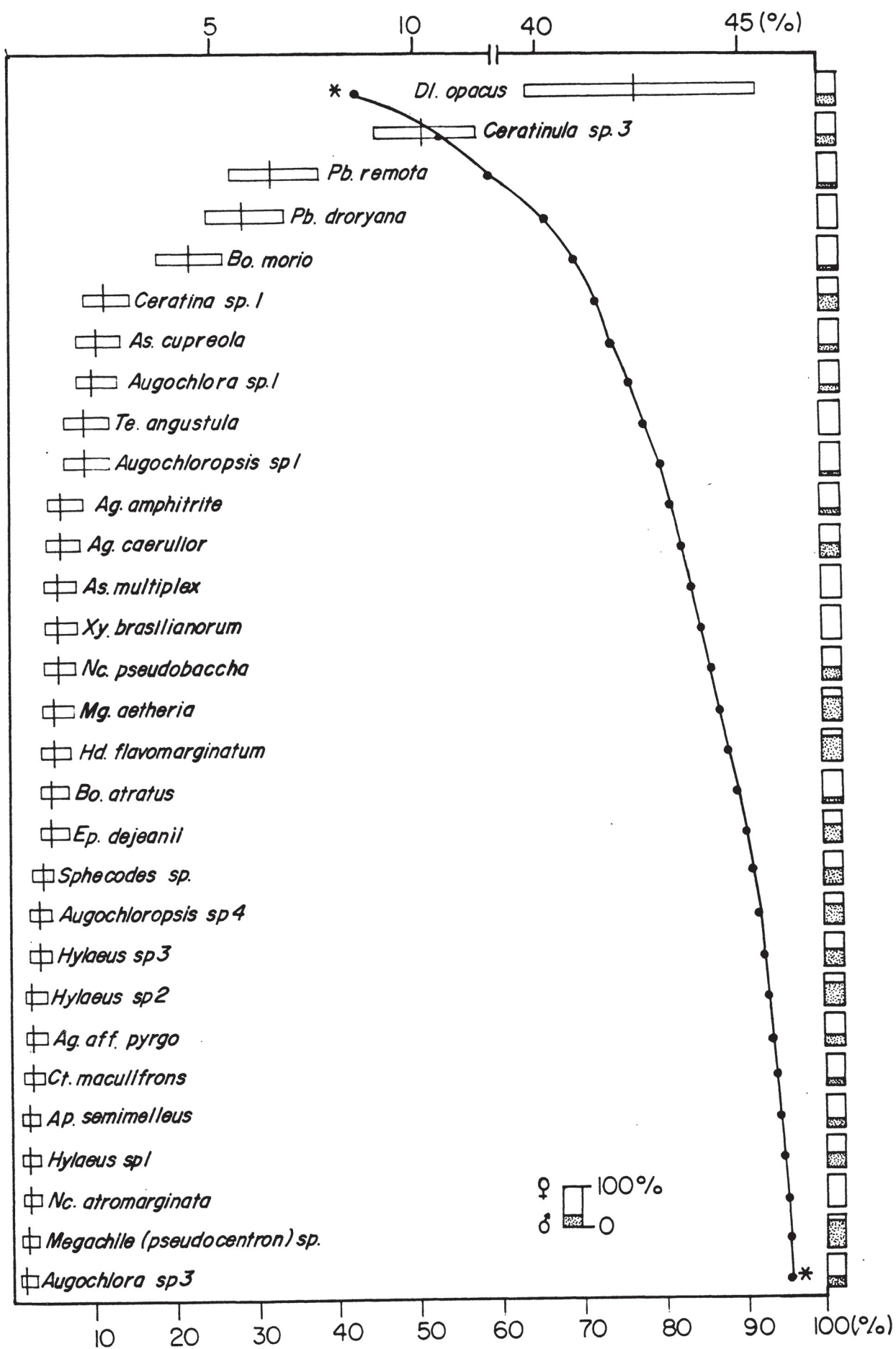
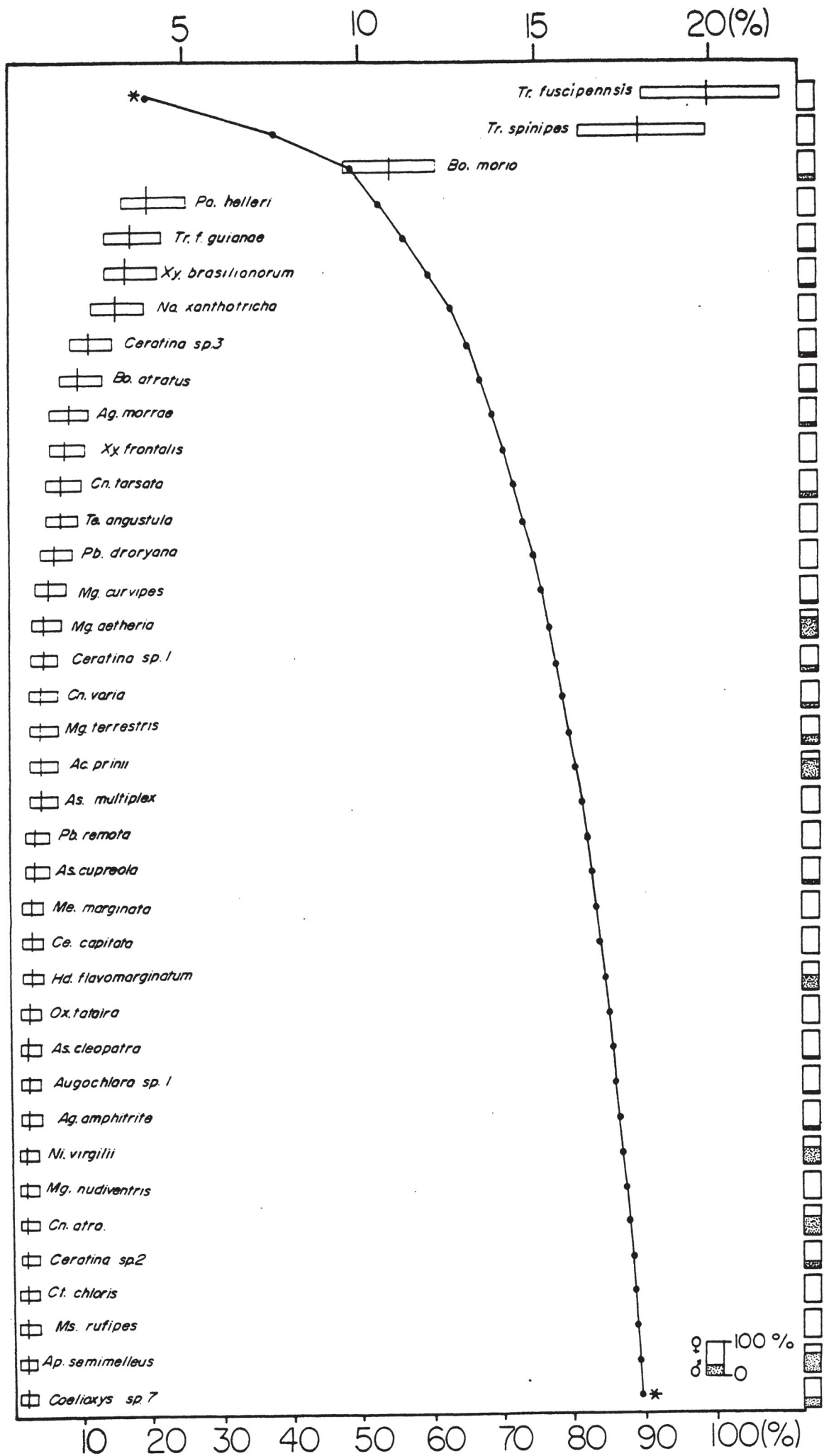


FIGURA 8. Abundância relativa das espécies de abelhas silvestres em Alexandra, dados de LAROCCA (1974). Os limites de confiança são dados pelas barras horizontais com escala na parte superior. A porcentagem acumulada de indivíduos é dada pela linha X-X, com escala na parte inferior. No lado direito está representada a proporção sexual das espécies citadas. Os gêneros estão abreviados conforme a tabela 2.



Neste caso a maior abundância de E. dejeanii é decorrente da presença de um agregado de ninhos (estimou-se em mais cem) na área de coleta. Entretanto, apesar da sua presença, apenas duas fêmeas, num total de 22 indivíduos, foram coletadas visitando plantas na área de coleta. Isto indica que a menor abundância de indivíduos destes gêneros na Ilha do Mel pode ser devida a uma baixa frequência das suas plantas preferenciais na área de coleta, considerando ainda a capacidade de vôo destas abelhas na procura de fontes de alimento mais ricas.

Outro aspecto que se observa aqui é que apesar da predominância de Halictidae na Ilha do Mel ser devido, principalmente, à abundância de D. opacus, ela é também decorrente de um aumento generalizado da abundância das espécies de halictídes, pois das 30 espécies predominantes da Ilha, 14 são halictídes enquanto que em Alexandra apenas sete num total de 38 o são.

1.4. ESPÉCIES EXCLUSIVAS E ESPÉCIES AUSENTES

Quando se estuda a composição de diferentes comunidades de um mesmo grupo biológico, uma das primeiras perguntas que se faz é sobre quais são os fatores que determinam a ocorrência ou não das espécies em dado local e ao se comparar a comunidade de uma ilha vs. à do continente, a questão inclui o fato da depauperização insular. Uma das dificuldades destas análises é a definição da ausência de uma dada espécie na Ilha, devido ao tamanho da amostra, mesmo que esteja clara a "pobreza" de espécies na comunidade insular.

A análise que segue é feita na procura de informações que possam esclarecer aspectos da bionomia das abelhas, relacionados às suas respostas à insularidade, lembrando sempre da necessidade de maior acúmulo de dados que possam consolidar os padrões observados.

A tabela 3, a seguir, apresenta o número de espécies exclusivas de Alexandra e das que também estão presentes na Ilha do Mel, separadas em dois grupos, predominantes e não predominantes.

Ela indica que a maior parte das espécies exclusivas de Alexandra são espécies raras, o que concorda com a assertiva de que é maior a probabilidade de extinção das espécies raras (ver MACARTHUR & WILSON, 1967 e WRIGTH, 1983). Isso é mais nítido quando se considera que entre as espécies predominantes exclusivas de Alexandra, encontram-se oito espécies de meliponíneos, espécies sociais, cuja abundância de indivíduos não corresponde ao número de indivíduos férteis, pois suas

TABELA 3. Número de espécies de abelhas de Alexandra, exclusivas (EXCL) e compartilhadas com a Ilha do Mel (COMP), separadas segundo a abundância em predominantes e não predominantes segundo o método de KATO, MATSUDA & YAMASHITA (ver figura 8).

ESPÉCIES	EXCL	COMP	TOTAL
PREDOMINANTES	14	24	38
NÃO PREDOMINANTES	62	22	84
TOTAL	76	46	122

χ^2 significativa à 1%
 Dados de Alexandra: LAROCCA, 1974.

colônias são formadas quase que exclusivamente por indivíduos estéreis, de algumas centenas à vários milhares (cf. MICHENER, 1974 e WILLE, 1983). A escassez de meliponíneos na Ilha do Mel sugere também uma identidade com a extinção preferencial de organismos maiores, encontrada em trabalhos com outros grupos (DICKERSON & ROBINSON, 1983; PATTERSON & ATMAR, 1986 e WILSON & WILLIS, 1975).

Das 75 espécies que compõem a amostra da Ilha do Mel 29 (39%) são exclusivas em relação à Alexandra, sendo que 14 pertencem à família Halictidae, 8 à Colletidae, 5 à Anthophoridae e 2 à Apidae (Euglossini). Entre estas, nove são consideradas predominantes (ver figura 7), Hylaeus sp 3, H. sp 2, H. sp 1, Augochlora aff. pyrgo, A. sp 3, Augochloropsis sp 4, Neocorynura atromarginata, N. pseudobaccha e Sphecodes sp.

A amostra de Alexandra, composta por 122 espécies, apresenta 76 (62%) espécies exclusivas, sendo 30 pertencentes à família Megachilidae, 16 à Anthophoridae, 14 à Halictidae, 13 à Apidae, 2 à Andrenidae e 1 à Colletidae. Destas quatorze são predominantes (ver figura 8), Trigona fuscipennis, I. spinipes, Partamona helleri, I. guianae, Scaptotrigona xanthotricha,

Melipona marginata, Cephalotrigona capitata, Oxytrigona tataira, Megachile curvipes, M. terrestris, Centris varia, Augochloropsis cleopatra, Niltonia virgilli e Acametopoeum prini.

Assumindo que a comunidade de abelhas da Ilha do Mel representa uma parcela da que habita as áreas similares da Planície Litorânea no continente, da qual Alexandra faz parte, pode se admitir que a ocorrência de espécies exclusivas na amostra da Ilha do Mel é decorrente da probabilidade de se capturar ou não determinada espécie através do processo de coleta, principalmente as menos abundantes, ou devido à diferenças de ambiente nas áreas de coleta e arredores, como por exemplo a ausência de uma planta preferencial ou de local para nidificação. Entre as espécies exclusivas e predominantes da Ilha do Mel algumas associações podem ser feitas, indicando possíveis causas da sua ocorrência. Foram analisados três grupos, um formado pelas sete espécies de Hylaeus, outro formado por Neocorynura pseudobaccha, N. atromarginata, Augochlora aff. pyrgo, A. sp 3 e Augochloropsis sp 4 e um somente por Spheroodes sp.

Hylaeus: dos 39 indivíduos coletados, 30 o foram visitando Schinus terebinthifolius, uma Anacardiacea ausente em Alexandra, mas em bom número na área de coleta da Ilha do Mel. Os indivíduos restantes visitavam plantas de cinco famílias diferentes, mas todas as espécies com flores rasas e de cor branca, exceto Crinum salsum, uma Amarilidacea cultivada em jardins.

Neocorynura, Augochlora e Augochloropsis: as espécies destes gêneros, exclusivas na Ilha do Mel, foram coletadas em grande parte visitando Eupatorium inulaefolium, 44 indivíduos entre 64. Em Alexandra ocorreram cinco espécies de Eupatorium, mas talvez não em grande abundância como na Ilha.

Sphecodes sp: é um gênero parasita de outros halictídeos e sua presença em bom número deve estar relacionada à abundância de Dialictus opacus, congênere de D. seabrai, espécie citada como parasitada por Microsphecodes russeiclypeatus (cf. HURD & MOURE, 1987).

Para analisar a ausência de alguns grupos de abelhas na Ilha do Mel admitiu-se que, exceto Meliponinae, todas as espécies de abelhas presentes na Planície Litorânea tenham capacidade potencial de emigrar para a Ilha, seja ativa ou passivamente em eventos ocasionais. Esta consideração não está salva de críticas devido à falta de informações mais precisas, mas encontra suporte nas observações de MICHENER (1979) sobre a distribuição das abelhas e suas capacidades de dispersão e colonização. Os meliponíneos, espécies eussociais, constituem um caso especial no estudo da biogeografia das abelhas, em razão da sua incapacidade de atravessar pequenas barreiras, como uma lâmina de água de poucas centenas de metros (MICHENER, op. cit. e KERR & MAULE, 1964), esta característica é consequência do período de tempo em que se mantém a relação entre a colônia mãe e a colônia filha (cf. NOGUEIRA-NETO, 1954).

Primeiramente a não ocorrência de Niltonia virgilli deve estar ligada à ausência de Jacaranda puberula na amostragem, pois este Paracolletini é uma espécie especializada, com adaptações morfológicas à coleta de néctar nesta Bignonaceae (LAROCCA & ALMEIDA, 1985).

Um dado interessante é a pobreza de espécies de Megachile na Ilha do Mel, apesar da sua dimensão e pequeno isolamento em relação ao continente. Já tinha sido notada a exclu-

são preferencial das espécies deste gênero em áreas isoladas e alteradas (LAROCCA, SCHWARTZ & ZANELLA, 1987), que no caso do Passeio Público, uma "ilha de habitat" no centro da cidade de Curitiba (PR), foi relacionada à ausência de plantas usadas como fonte de material para a construção dos ninhos e à poluição atmosférica (LAROCCA, CURE & BORTOLI, 1982 e TAURA, 1990). Este gênero tem se caracterizado nos levantamentos realizados no Sul e Sudeste do Brasil por um grande número de espécies e um pequeno número de indivíduos por espécie (cf. BORTOLI & LAROCCA, 1990; CAMARGO & MAZUCATO, 1987; LAROCCA, 1974; ORTH, 1982 e ORTOLAN, 1989) e no momento, devido à falta de informações sobre a bionomia deste grupamento, a única explicação para escassez de Megachile na Ilha é o número baixo de indivíduos por espécie, que implica em uma maior probabilidade de extinção.

A questão da escassez de Meliponinae merece um maior aprofundamento, para isto trabalhamos com duas hipóteses principais e não totalmente excludentes, assumindo a impossibilidade das espécies atravessarem a barreira de água que atualmente isola a Ilha do Continente.

1. Os meliponíneos, presentes na área que corresponderia à Ilha do Mel no período glacial mais recente, devido à regressão marinha e ausência de barreira isolante, foram, posteriormente à formação da Ilha através da elevação do nível do mar, extintos por fatores ecológicos, como por exemplo: competição com outras espécies pelos recursos reduzidos, abundância dos recursos menor que o necessário para manter uma população ou diminuição da diversidade de habitats.

2. Devido às alterações climáticas dos períodos glaciais, a distribuição das formações florestais, às quais os meliponíneos estão usualmente associados, era diferente da atual, de modo que, quando ocorreu a ingressão marinha que originou a Baía de Paranaguá, as espécies de meliponíneos não estavam presentes na região. Neste caso é necessário considerar uma hipótese alternativa para a atual ocorrência de Plebeia remota, P. droryana e Tetragonisca angustula na Ilha do Mel.

A Ilha do Mel, como todas as ilhas separadas do continente por um canal de menos de cem metros de profundidade, pode ser classificada como uma Ilha Continental [Este termo concorda com o utilizado por PIELOU(1979) e é utilizado aqui de maneira equivalente à "Land Bridge Island", citado por MACARTHUR (1972)] isto é, admite-se que esteve ligada ao Continente durante as últimas glaciações, no final do Pleistoceno, a mais ou menos 12.000 anos atrás (ver MACARTHUR, 1972 e BIGARELLA, 1978) e estudos de avifaunas de Ilhas Continentais têm indicado a presença na composição destas comunidades de prováveis relictos da época de união das ilhas aos Continentes (ver MACARTHUR, DIAMOND & KARR, 1972; DIAMOND, 1975 e HUMPHREY & PÉFAUR, 1979). Mas, mesmo admitindo-se a ligação pretérita, é necessário levar em consideração as diferenças na distribuição dos elementos faunísticos e florísticos durante o período das glaciações (cf. BIGARELLA, ANDRADE-LIMA & RIHES, 1975). Segundo estes autores o Quaternário caracterizou-se por uma grande instabilidade ambiental, alternando fases mais úmidas com fases mais secas, sendo que às fases mais secas corresponderam a uma menor temperatura, com expansão das áreas de vegetação aberta e

abaixamento do nível do mar e às fases mais úmidas a uma maior temperatura, com expansão das florestas e elevação do nível do mar. Para KLEIN (1984) há evidências fitogeográficas no Sul do Brasil que permitem supor que no passado recente houve uma passagem de um clima semi-árido, para um clima úmido até o super-úmido atual e AB'SABER (1977) definiu, em uma primeira aproximação da expansão dos climas secos na América do Sul durante as glaciações do Quaternário, que houve uma retração da Floresta Atlântica e uma expansão da semi-aridez na planície costeira do sul e sudeste brasileiros.

Estas informações sugerem que os meliponíneos devem ter tido uma distribuição mais restrita durante os períodos em que o nível do mar estava bem abaixo do atual, no entanto é necessário maior número de dados para esclarecer a importância destas mudanças paleoambientais para explicar a escassez de meliponíneos na Ilha do Mel.

A extinção seletiva dos meliponíneos, conforme a primeira hipótese, seria facilitada pela frequência relativamente baixa de indivíduos geneticamente ativos e pelo efeito do aumento da homozigose em populações pequenas, o que determina um aumento da produção de machos diplóides e a eliminação total de colônias (ver KERR, 1950 e KERR & VENCovsky, 1982). Infelizmente não existem muitos dados sobre a densidade de ninhos em áreas restritas, mas os levantamentos feitos por MICHE-
NER (1946) (citado por KERR, 1950) nas ruínas da antiga Cidade do Panamá (Panamá), por TAURA (1990) no Passeio Público, Curitiba (PR) e por JOHNSON & HUBBEL (1977) em uma área de mata na Costa Rica, mostram um elevado número de ninhos em áreas pequenas, conforme sumário dado a seguir:

LOCAL	Nº de NINHOS	Nº de ESPÉCIES	ÁREA (ha)
PANAMÁ	141	9	64,75
COSTA RICA	55	9	36,70
CURITIBA (PR)	29	5	5,70

No caso da segunda hipótese, para explicar a ocorrência de Elebeia droryana, E. remota e Tetragonisca angustula na Ilha, podemos levantar a possibilidade de uma introdução pelo Homem, visto que estas espécies não apresentam mecanismos de defesa, como os observados em Oxytrigona tataira (líquido cáustico), Trigona fuscipennis, T. spinipes, Scaptotrigona xanthotrica (agressivas), Melipona marginata e Cephalotrigona capitata (odor desagradável) (cf. NOGUEIRA-NETO, 1970 e WILLE, 1983). Além disso os ninhos das espécies de Elebeia e de Tetragonisca são de pequeno tamanho, ocorrendo muitas vezes nas proximidades de habitações humanas em cavidades de árvores de menor porte, o que facilita o transporte.

1.5. COMPENSAÇÃO DE DENSIDADE

Como definido por MACARTHUR, DIAMOND & KARR (1972) a compensação de densidade representa o fato de que a densidade em uma ilha com menor número de espécies é semelhante à de uma área adjacente no continente, rica em espécies. Em decorrência, o número de indivíduos de cada espécie encontrada na Ilha é, em geral, maior do que aquele quando em uma comunidade com maior número de espécies.

O método de coleta utilizado nos levantamentos realizados na Ilha do Mel e em Alexandra não permite estimar uma densidade absoluta por espécie, mas, por ter sido o mesmo método nos dois locais, possibilita uma comparação das frequências de captura, que está associada à densidade de cada espécie. Outro ponto sujeito à crítica é que as áreas onde foram realizadas as coletas são um pouco diferentes quanto à composição florística (ver figura 11), o que pode determinar a forma como a compensação de densidade se apresenta e também, devemos lembrar o fato da amostra ser relativamente pequena, o que se evidencia pela presença de espécies exclusivas na comunidade da Ilha do Mel.

Colocadas estas ressalvas e observando a tabela 2, nota-se primeiramente que o número médio de indivíduos por espécie na Ilha do Mel é quase o dobro do de Alexandra e que a família com o maior número de indivíduos coletados por espécie, em relação à Alexandra, foi Halictidae, sendo isto devido em grande parte à elevada abundância de Dialictus opacus. Outros gêneros com grande número de indivíduos por espécie foram: Ceratinula, Sphecodes, Neocorynura, Plebeia, Epicharis e Augoch-

loropsis. Mas é digno de nota o fato de que o número de indivíduos de D. opacus coletados na Ilha do Mel (905) é praticamente igual ao número de indivíduos das oito espécies de meliponíneos, predominantes em Alexandra e ausentes na Ilha do Mel, isto é, a abundância de D. opacus "compensou" a escassez de meliponíneos na Ilha.

É difícil separar os efeitos da compensação de densidade, no sentido dado por MACARTHUR, DIAMOND e KARR (1972), daqueles do processo de amostragem, mas parece que, ao menos em parte a abundância de D. opacus na Ilha do Mel seja devido à escassez de meliponíneos.

2. FENOLOGIA

2.1. ASPECTOS GERAIS

A flutuação do número de espécies de abelhas coletadas e plantas visitadas na Ilha do Mel e em Alexandra está representada na figura 9. As depressões mais acentuadas representam dias de coleta com clima adverso, não sendo uma característica estacional. Na Ilha do Mel podemos ressaltar as depressões dos meses de julho, agosto e fevereiro, que estão associadas a uma baixa temperatura e uma alta umidade relativa do ar, com a ocorrência de nevoeiro ou garoa.

Uma tendência fenológica é a diminuição do número de espécies em atividade durante o inverno, com algumas famílias ausentes neste período. Na Ilha do Mel Halictidae, Xylocopinae e Apidae estiveram em atividade durante o inverno, diferenciando-se de Alexandra pela ausência de Megachilidae. Esta pequena variação estacional pode também ser notada quando plotamos o número total de espécies de plantas com flôres em cada dia de coleta, incluindo as plantas não visitadas.

O período com o maior número de espécies de abelhas em atividade na Ilha do Mel inclui o final de Março e o mês de Abril, o que coincide com o observado em Alexandra.

FIGURA 9. Fenologia das famílias de abelhas silvestres na Ilha do Mel e em Alexandra (Dados de LAROCA, 1974);

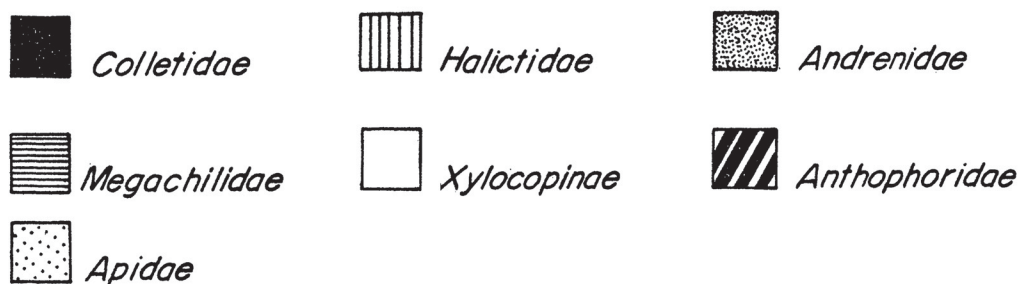
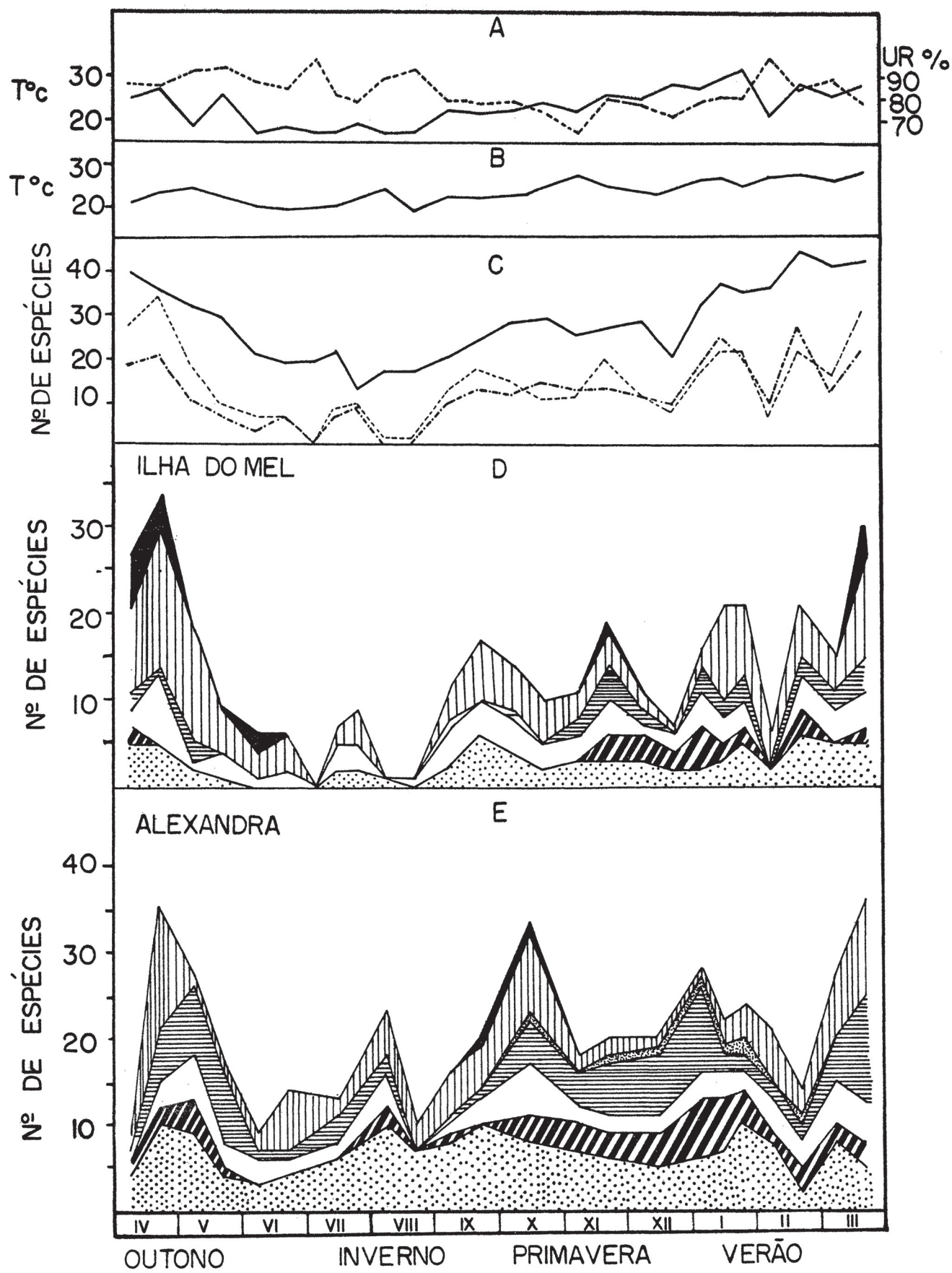
A. Temperatura média por dia de coleta na Ilha do Mel, durante as quatro horas no campo (Linha contínua) e Umidade Relativa média por dia de coleta na Ilha do Mel, durante as quatro horas no campo (Linha descontínua);

B. Temperatura média por dia de coleta em Alexandra, durante as quatro horas no campo;

C. Número de espécies de abelhas por dia de coleta na Ilha do Mel (Linha descontínua fina, --), Número de espécies de plantas visitadas por dia de coleta na Ilha do Mel (Linha descontínua forte, -.-) e Número de espécies de plantas com flores na Ilha do Mel por dia de coleta, incluindo as não visitadas no dia, mas que foram visitadas em outra época durante o trabalho (Linha contínua);

D. Número de espécies de abelhas silvestres por dia de coleta na Ilha do Mel, separadas por família (Anthophoridae não inclui Xylocopinae);

E. Número de espécies de abelhas silvestres por dia de coleta em Alexandra, separadas por família (Anthophoridae não inclui Xylocopinae).



2.2. SUCESSÃO DAS ESPÉCIES PREDOMINANTES

As espécies predominantemente capturadas em cada mês na Ilha do Mel e em Alexandra estão representadas graficamente na figura 10. Na Ilha do Mel, Dialictus opacus foi a espécie mais abundante (exceto agosto) em todos os meses do ano, enquanto que em Alexandra, os meliponíneos foram as espécies predominantes na maior parte dos meses. Outra característica geral é o pequeno número de espécies predominantes comuns aos dois locais e apesar da diferença de composição, houve em ambos os locais um pico no número de espécies coletadas na metade do primeiro semestre, em abril na Ilha do Mel e em março em Alexandra. O pico de atividade observado no mês de outubro em Alexandra, não foi verificado na Ilha do Mel. Para a descrição por mês de coleta seguiu-se a sequência adotada por LAROCCA (1974).

JUNHO-JULHO

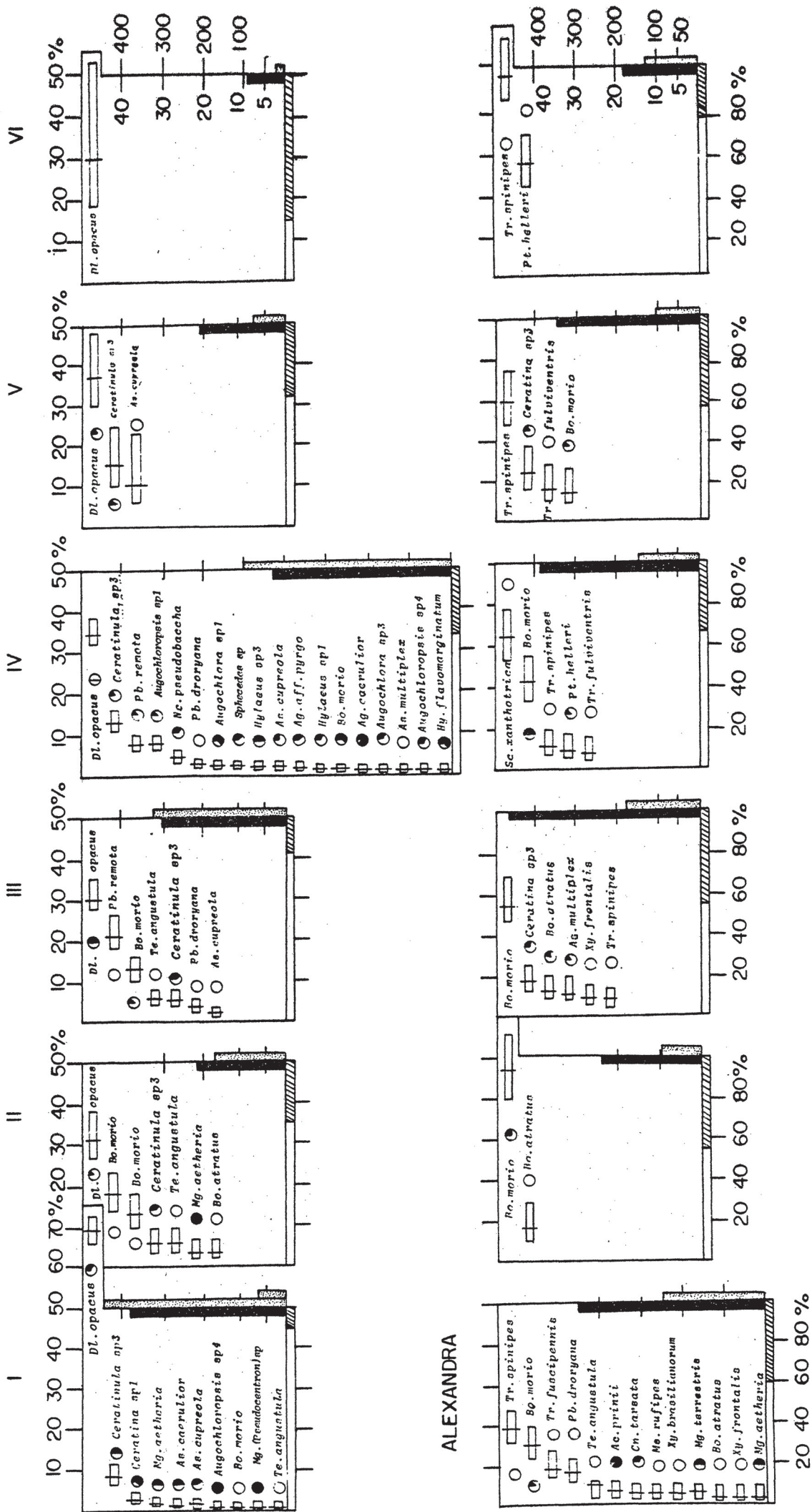
São os meses mais frios do ano e as atividades das abelhas apresentam-se reduzidas. Na Ilha do Mel tivemos como espécies predominantes D. opacus, Ceratinula sp 3, Ceratina sp 1 e Plebeia remota que a nível de família constituem os grupos ativos durante o inverno. Em Alexandra apenas espécies de meliponíneos foram predominantes, mas entre as não predominantes inclui espécies de Halictidae, Xylocopinae e Megachilidae.

AGOSTO

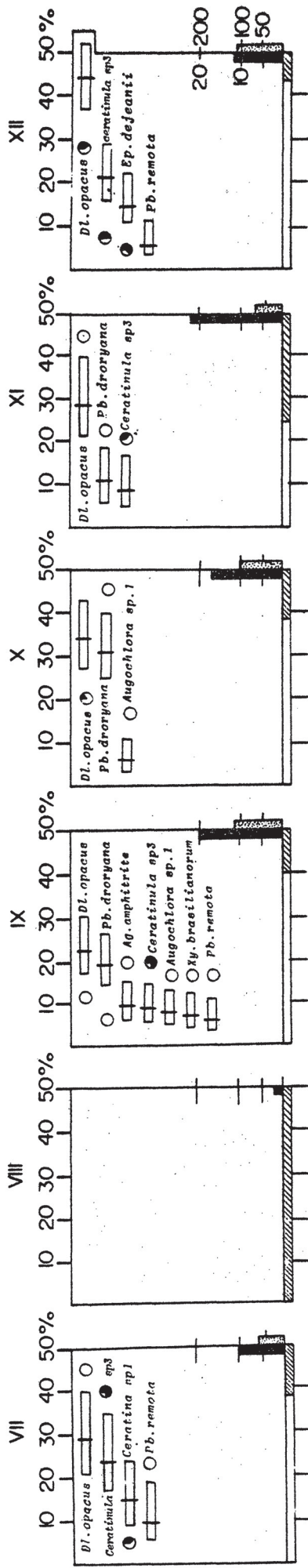
Na Ilha do Mel os dois dias de coleta não foram propícios à atividade das abelhas, devido à baixa temperatura e à garôa que ocorria principalmente no período da manhã. Em decorrência disso, neste mês, foram coletadas apenas dois indi-

FIGURA 10. Sucessão mensal das espécies de abelhas silvestres predominantes na Ilha do Mel e em Alexandra (dados de LAROCA, 1974). A abundância relativa das espécies e os limites de confiança são dados pelas barras horizontais com escala na parte superior. A barra horizontal na base de cada gráfico representa o percentual acumulado de indivíduos das espécies predominantes e a porção hachurada representa a proporção das espécies não predominantes. A barra vertical pontilhada representa o número mensal de indivíduos e a barra cheia o número de espécies. Nos círculos a parte cheia representa a proporção de machos.

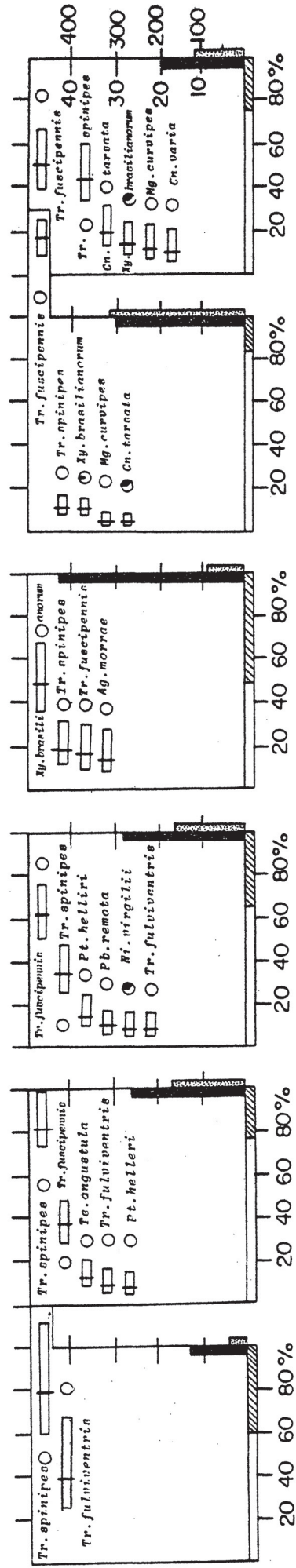
ILHA DO MEL



ILHA DO MEL



ALEXANDRA



víduos, um de Euglossa cyanozoma e outro de Xylocopa brasili-norum. Em Alexandra apenas espécies de meliponíneos foram pre-dominantes.

SETEMBRO

Nos dois locais verifica-se um aumento no número de espécies em atividade em relação aos meses anteriores. Na Ilha do Mel cinco gêneros pertencentes a três famílias estão representadas nas sete espécies predominantes e em Alexandra aparece o primeiro não Apidae como espécie predominante, Nilto-nia virgilli.

OUTUBRO

Na Ilha do Mel nota-se uma pequena diminuição no número de espécies em relação à setembro, com o aumento da dominância de Dialictus opacus e Plebeia droryana, ambos com mais de 30% dos indivíduos da amostra. O número de espécies predominantes também diminuiu. Este mês, em Alexandra, representou o pico em número de espécies (43) neste semestre, mas somente quatro espécies foram predominantes e juntas somam pouco menos de 50% do total de indivíduos.

NOVEMBRO

Na Ilha do Mel a atividade se mantém de modo semelhante à dos meses anteriores. Observa-se um pequeno aumento no número de espécies, apesar da diminuição no número de indivíduos. D. opacus e P. droryana continuam como espécies predominantes e Ceratinula sp 3 substitui Augochlora sp 1. Em Alexandra o grande número de indivíduos foi devido à abundância de Irigona fuscipennis.

DEZEMBRO

Tanto na Ilha do Mel como em Alexandra verifica-se uma diminuição no número de espécies em atividade, mas as espécies predominantes são praticamente as mesmas de novembro. Na Ilha, Elebeia remota substitui E. droryana e a presença de doze machos e cinco fêmeas de Epicharis dejeanii é devido ao aparecimento de aproximadamente cem ninhos desta espécie dentro da área de coleta. Em Alexandra Centris varia passa a ser predominante.

JANEIRO

Há um pico no número de espécies, na Ilha do Mel foram trinta e oito e em Alexandra quarenta e cinco, mas deve-se levar em conta que nos dois locais foram realizadas três coletas neste mês. Particularmente na Ilha do Mel houve uma grande dominância de D. opacus com 391 indivíduos de um total de 566. Megachile aetherea, Bombus morio e Tetragonisca angustula foram predominantes nos dois locais.

FEVEREIRO

Em ambos os locais representa um período em que houve uma diminuição no número de espécies e indivíduos em atividade em relação aos meses contíguos, mas ao menos na Ilha do Mel isto deve ter relação com o clima nos dias de coleta, que foi nublado e com garças esparsas. B. morio e B. atratus foram predominantes nas duas áreas e Augochlora caerulea, Ceratina sp 1, Augochloropsis cupreola e M. (Pseudocentron) sp deixaram de ser predominantes na Ilha do Mel.

MARÇO

Na Ilha do Mel as espécies predominantes, com excessão de Plebeia remota, já o eram nos dois meses anteriores e em Alexandra foi o mês que teve o maior número de espécies durante o ano, com Ceratina sp 3 e Augochloropsis multiplex integrando as espécies predominantes.

ABRIL

Neste mês ocorreu o maior número de espécies em atividade na Ilha do Mel e em Alexandra este número diminuiu em relação ao pico de março. Na Ilha do Mel foi também o mês com o maior número de espécies predominantes, num total de dezoito, sendo onze halictídeos, três apídeos e dois coletídeos. A única espécie predominante comum aos dois locais foi E. morio.

MAIO

Nos dois locais verifica-se uma diminuição no número de espécies em atividade. Na Ilha do Mel somente D. opac
us, Ceratinula sp 3 e Augochloropsis cupreola se mantiveram como predominantes e em Alexandra E. morio e quatro meliponíneos foram predominantes.

2.3. CICLO ANUAL DE ALGUMAS ESPÉCIES PREDOMINANTES

Esta descrição é feita com base nos dados sumariados na tabela 4. Primeiramente destacamos aquelas espécies que na Ilha do Mel tiveram indivíduos adultos em atividade durante praticamente todo o ano, Dialictus opacus, Ceratinula sp 3, Ceratina sp 1, Augochloropsis cupreola, Augochlora sp 1 e Augochloropsis multiplex. Em Alexandra D. opacus e Ceratinula sp 3 estiveram representados, respectivamente, por quatro e um indivíduos. Ceratina sp 1 esteve ausente durante o outono, A. cupreola não foi coletada de maio à julho, Augochlora sp 1 não foi coletada durante o verão e o outono e A. multiplex esteve ausente de maio a outubro.

Em outro conjunto de espécies, formado por Augochlora amphitrite, Xylocopa brasiliannorum, Hypanthidium flavo-marginatum e Augochlora morrae, houve uma certa complementaridade entre os períodos de ocorrência na Ilha do Mel e em Alexandra, de modo que se estendem por quase todo o ano.

Bombus morio esteve ausente durante o inverno na Ilha do Mel, mas em Alexandra só não foi coletado em julho. O período de maior atividade foi de janeiro à abril nos dois locais e em Alexandra se estendeu até maio.

Augochlora caerulea, Megachile aetherea e Bombus atratus não apresentaram atividade durante o inverno e seus períodos de maior abundância foram nos primeiros meses do ano.

TABELA 4. Resumo da fenologia das espécies predominantes na Ilha do Mel.

A - Predominante somente na Ilha do Mel.

B - Predominante somente em Alexandra.

C - Predominante em ambos os locais.

a - Presente mas não predominante na Ilha do Mel.

b - Presente mas não predominante em Alexandra.

c - Presente mas não predominante em ambos os locais.

ESPÉCIES / MESES	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
<u>Dl. opacus</u>	A	A	Ab	A	A	A	A		A	Ab	Ab	A
<u>Ceratinula</u> sp 3	A	A	Ab	A	A	a	A		A	a	A	A
<u>Ro. morio</u>	C	C	C	C	B	b		b	c	c	c	b
<u>Ceratina</u> sp 1	Ab	a	c	c	c	c	Ab	b	a	a	a	a
<u>As. cupreola</u>	Ab	a	Ab	Ab	A	a	a	b	c	c	a	b
<u>Augochlora</u> sp 1	a	a	a	A	a	c			Ab	Ab	c	
<u>Augochloropsis</u> sp 1	b			A	a				a	b		
<u>Ag. amphitrite</u>	a	c	c	a	a	a		b	Ab	c	b	
<u>Ag. caerulea</u>	A		a	Ab	a				c	a		
<u>As. multiplex</u>	a	c	aB	Ab		a	a			a	c	
<u>Xy. brasiliatorum</u>	aB	b	c	a	c			a	Ab	aB	aB	B
<u>Nc. pseudobaccha</u>			a	A	a							
<u>Mg. aetheria</u>	C	Ab	c	a					b	b	c	b
<u>Hy. flavomarginatum</u>	a	a	a	A	c	b	b		a	c	c	a
<u>Ro. atratus</u>	aB	C	aB	c	b				c	c	c	b
<u>Ep. dejeanii</u>	a										a	Ab
<u>Sphecodes</u> sp	a	a		A	a							
<u>Augochloropsis</u> sp 4	A			A			a					
<u>Hylaeus</u> sp 3			a	A								
<u>Hylaeus</u> sp 2			a	a		a						
<u>Ag. aff. pyrgo</u>			a	A								
<u>Ct. maculifrons</u>		b	a	a	b	b	a		b	a		
<u>Ap. semimelleus</u>	c	b	c	c					a			
<u>Hylaeus</u> sp 1			a	A								
<u>Nc. atromarginata</u>	a			a	a							
<u>Mg. (Pseudocentron) sp</u>	Ab		b								a	
<u>Augochlora</u> sp 3				A								
<u>Ag. morrae</u>	c	b	b	a		b	a	b	b	B		
<u>Cn. tarsata</u>	aB	b								b	B	aB
<u>Ms. rufipes</u>	aB											

Fonte dos dados de Alexandra: LAROCA(1974).

Epicharis dejeanii, Agapostemon semimelleus, Centris tarsata e Mesoplia rufipes tiveram períodos de atividade mais restritos. E. dejeanii foi coletada somente em novembro, dezembro e janeiro e teve seu pico de abundância em dezembro, o que concorda com o período em que foram observados vários ninhos desta espécie na área de coleta. O período de atividade de C. tarsata é semelhante ao de E. dejeanii, mas em Alexandra se estendeu de outubro à fevereiro. A. semimelleus teve sua atividade concentrada nos quatro primeiros meses do ano, mas a coleta de uma fêmea em setembro na Ilha do Mel indica que não deve ser restrito àquele período. M. rufipes tanto na Ilha do Mel como em Alexandra foi coletada apenas em janeiro.

As espécies predominantes na Ilha do Mel e exclusivas (que não ocorreram em Alexandra), Neocorynura pseudo-baccha, N. atromarginata, Sphecodes sp, Hylaeus sp 1 a 3, Augochlora aff. pyrgo e Augochlora sp 3, tiveram como característica comum o fato de que suas maiores abundâncias ocorreram no mês de abril, variando a presença ou não nos meses próximos.

3. VISITAS ÀS FLORES

Dos 2130 espécimens de abelhas coletados na Ilha do Mel, 2039 o foram visitando 69 espécies de plantas, compreendendo trinta famílias (Tabela 5) e em Alexandra dos 1784 espécimens coletados, 1627 estavam visitando 55 espécies de plantas, sendo vinte e quatro famílias (Tabela 6). O maior número de espécies de plantas visitadas na Ilha do Mel pode representar, simplesmente, o fato da área de coleta incluir tipos florísticos diferentes, por exemplo: vegetação de praia, das dunas e floresta pluvial tropical (ver descrição da área de estudo).

A comparação do número de espécies de abelhas e de plantas coletadas da amostra insular com a realizada no continente sugere uma diferença nas respostas à insularidade. Possivelmente o isolamento é mais efetivo para as abelhas do que para as plantas. Esta suposição, no entanto, requer um maior acúmulo de dados para ser comprovada, pois na relação das espécies de plantas predominantemente visitadas nas duas amostras poucas são comuns, isto é, há uma baixa similaridade (figura 11).

Compositae foi em ambos os locais a família com o maior número de espécies de plantas visitadas e com o maior número de espécies de abelhas, mas na Ilha do Mel houve uma maior equitabilidade nestes dois itens entre as diferentes famílias. Rubiaceae e Anacardiaceae são visitadas, na Ilha do Mel, por um grande número de espécies e espécimes de abelhas, o que reflete a abundância de Diodia radula, Borreria verticilata e Schinus terebinthifolius.

TABELA 5 Número de espécies e de exemplares de abelhas, separadas por famílias, coletadas nas diferentes famílias de plantas na Ilha do Mel

FAMÍLIAS DE PLANTAS	Nº ESP FLT	Nº ESP AB	Nº TOTAL DE ABELHAS (INDIVÍDUOS)		COLLETIDAE			HALICTIDAE			MEGACHILIDAE			ANTHOPHORIDAE			XYLOCOPINAE			APIDAE		
			F	M	I	F	M	I	F	M	I	F	M	I	F	M	I	F	M	I		
RUBIACEAE	5	34	524	220	744	1	1	1	409	150	559	3	7	10	3	81	60	141	28	2	30	
COMPOSITAE	16	40	344	130	474	3	1	4	233	85	318	10	7	17	1	1	58	27	85	40	9	
ANACARDIACEAE	2	21	198	68	266	12	19	31	63	42	105					3	5	13	115	2	117	
LEGUMINOSAE	8	20	118	29	147				11	7	18	8	12	20		6	6	9	90	4	94	
VERBENACEAE	2	14	53	10	63				4	2	6											
BORRAGINACEAE	1	12	34	13	47				24	9	33		2	2								
COMBRETACEAE	1	7	23	21	44			1	19	19	38					2	3	5	16	3	19	
CONVOLVULACEAE	4	8	21	17	38				13	4	17											
PALMAE	1	4	32	1	33				2	1	3											
MALVACEAE	4	8	22	7	29				18	6	24	1		1								
UMBELLIFERA	1	1	20	5	25				20	5	25											
MELASTOMATACEAE	1	8	21	.	21				5		5											
LABIATAE	2	8	12	5	17				6		6	1	5	6								
ONAGRACEAE	1	6	12	5	17				10		10		1	1								
CALYCERACEAE	1	3	10	7	17				9	6	15											
MYRTACEAE	2	4	11		11			2	7		7											
APOCYNACEAE	2	5	2	9	11				8		8											
AMARYLLIDACEAE	1	3	10	1	11			1														
SAPINDACEAE	2	2	6	6	6				1		1											
ASCLEPIADACEAE	1	2	3	2	5				3	2	5											
EUPHORBIACEAE	1	2	2	2	2				2		2											
POLYGALACEAE	2	2	2	2	2				1		1											
SOLANACEAE	1	2	2	2	2				1		1											
CONNELINACEAE	1	1	1	1	1				1		1											
GRAMINEAE	1	1	1	1	1				1		1											
LILIACEAE	1	1	1	1	1																	
LYTHRACEAE	1	1	1	1	1																	
MALPIGHIACEAE	1	1	1	1	1																	
SHILACACEAE	1	1	1	1	1				1		1											
ZINGIBERACEAE	1	1	1	1	1																	
TOTAL	69		1489	550	2039	18	22	40	871	338	1209	23	34	57	9	14	23	198	109	309	348	25
														</								

TABELA 6. Número de espécies e de exemplares de abelhas, separadas por famílias, coletadas nas diferentes famílias de plantas em Alexandra, Paraná.

FAMÍLIAS DE PLANTAS	Nº ESP. PLT. AB.	Nº ESP. AB.	Nº TOTAL DE ABELHAS (INDIVÍDUOS)	COLLETIDAE			HALICTIDAE			ANDRENIDAE			MEGACHILIDAE			ANTHOPHORIDAE			XYLOCOPINAE			APIDAE		
				F	M	I	F	M	I	F	M	I	F	M	I	F	M	I	F	M	I	F	M	I
				F	M	I	F	M	I	F	M	I	F	M	I	F	M	I	F	M	I	F	M	I
COMPOSITAE	20	77	316	54	370		70	14	84	2	5	7	57	15	72	3	2	5	18	5	23	166	13	179
MELASTOMATACEAE	4	13	339		339		17		17							3		3	1		1	318		318
VERBENACEAE	1	36	255	59	314		4	1	5				8	4	12	44	14	58	74	8	82	125	32	157
ROSACEAE	1	18	152	3	155		2		2				2		2	4	1	5	2	1	3	142	1	143
MUSACEAE	1	2	97		97																	97		97
EUPHORBIACEAE	1	5	92		92		1		1													91		91
CONVOLVULACEAE	2	11	55	4	59								9	7	16	2	5	7	17	2	19	38	1	39
LEGUMINOSAE	5	13	28	13	41																2	15	1	16
SYMPLOCACEAE	1	5	26		26																	26		26
CUCURBITACEAE	1	2	22		22																	22		22
ZINGIBERACEAE	1	4	21		21														13		13	8		8
GRAMINEAE	1	1	21		21																	21		21
MALVACEAE	4	7	13	2	15		2		2	4	2	6	2		2	1		1				4		4
BIGNONIACEAE	1	6	9	15			1		1								3	3	1		1	2	2	2
TILIACEAE	1	8	11	2	13		3		3				5	1	6	1	1	2				2		2
RUBIACEAE	2	8	8	2	10		7	1	8				1	1	1				1		1			
ONAGRACEAE	1	5	7	7			2		2				1	1	1				1		1	3		3
SCROPHULARIACEAE	1	3	2	1	3								1	1	2							1		1
POLYGONACEAE	1	1	2		2								1			1		1						2
POLYGONACEAE	1	1	1		1								1											
COMMELINACEAE	1	1	1		1								1											
LABIATAE	1	1	1		1								1											
PASSIFLORACEAE	1	1	1		1								1						1		1			
LYTHRACEAE	1	1	1		1								1			1		1						
TOTAL	55		1478	149	1627		2	6	8	109	16	125	6	7	13	87	30	117	60	26	86	131	16	147
																						1083	48	1131

Dados de LAROCCA(1974).

FIGURA 11. Espécies de plantas visitadas por mais de seis exemplares de abelhas na Ilha do Mel e em Alexandra (LAROCA, 1974).

ILHA DO MEL

ALEXANDRA

Achyrocline satureoides	+	Bidens pilosa	+	Baccharis dracunculifolia	+
Acyrocarpha spatulata	+	Ludwigia suffruticosa	+	Baccharis trimera	+
Andira fraxinifolia	+	Sida rhombifolia	+	Baccharis sp 2	+
Borreria verticillata	+	Stachytarpheta cayennensis	+	Baccharis sp 3	+
Canavalia maritima	+	Libouchina clavata	+	Borreria latifolia	+
Centratherum punctatum	+	Vernonia scorpioides	+	Cassia multijuga	+
Cordia curassavica	+	Wedelia paludosa	+	Conuza sp 2	+
Crinum salsum	+		+	Crotalaria mucronata	+
Diodia radula	+		+	Cucurbita pepo	+
Elephantopus mollis	+		+	Dioclea violacea	+
Erichthites valerianifolia	+		+	Echinocloa sp	+
Eupatorium inulaefolium	+		+	Eueatorium betonicaeforme	+
Forsteronia leptocarpa	+		+	Hedychium coronarium	+
Hydrocotyle bonariensis	+		+	Indigofera suffruticosa	+
Ipomoea cairica	+		+	Jacaranda puberula	+
Ipomoea pes-caprae	+		+	Merremia dissecta	+
Lantana undulata	+		+	Mikania campanulata	+
Marsippanthes chamaedris	+		+	Musa sp	+
Mikania micrantha	+		+	Ricinus communis	+
Mikania sp 1	+		+	Rubus rosifolius	+
Psidium cattleianum	+		+	Senecio brasiliensis	+
Pterocaulon alopecuroides	+		+	Synalocys sp	+
Richardia brasiliensis	+		+	Libouchina sellowiana	+
Schinus terebinthifolius	+		+	Libouchina trichopoda	+
Syagrus romanzoffianum	+		+	Trumebetta semitriloba	+
Terminalia catappa	+		+	Vernonia sp 1	+
Urena lobata	+		+	Vernonia sp 2	+
Vernonia beyrichii	+		+		+
Vigna luteola	+		+		+
Zornia latifolia	+		+		+

3.1. LISTA DAS ESPÉCIES DE PLANTAS VISITADAS POR ABELHAS

As informações sobre as espécies de plantas, se são introduzidas (I) ou ruderais (R), foram fornecidas pelo botânico GERT HATCHBACH, do Herbário Municipal de Curitiba (PR). O número situado à direita representa o código da espécie no banco de dados.

AMARYLIDACEAE

(I) Crinum salsum Rav. 2700076

ANACARDIACEAE

Schinus terebinthifolius Raddi 2800077

Tapirira guianensis Aubl. 2800148

APOCYNACEAE

Forsteronia leptocarpa (Hooker et Arnot) Al. DC. 2500020

Temnadenia stellaris (Lindl.) Miers 2500059

ASCLEPIDACEAE

Oxypetalum banksii Roem. & Schult. 1400073

BORRAGINACEAE

Cordia curassavica (DC.) R. & S. 2300041

CALYCERACEAE

Acicarpia spathulata R. Br. 2000036

COMBRETACEAE

(I) Terminalia catappa L. 2100037

COMMELINACEAE

- (R) Commelina virginica 2200040

COMPOSITAE

- (R) Acanthospermum australe (Loefl.) Ktze. 0100090
 (R) Achyrocline satureoides DC. 0100104
Ageratum conyzoides L. 0100133
 (R) Baccharis caessiniifolia DC. 0100072
Bidens pilosa L. 0100008
Centratherum punctatum Cass. 0100012
Elephantopus mollis H. B. K. 0100046
 (R) Erichtites valerianifolia (Wolf.) DC. 0100010
Eupatorium inulaefolium H. B. K. 0100049
Mikania micrantha H. B. K. 0100103
Mikania sp 1 0100091
Pterocaulon alopecuroides (Lam.) DC. 0100042
 (R) Iagetes minuta L. 0100097
Vernonia beyrichii Less. 0100088
Vernonia scorpioides (Lam.) Pers. 0100004
Wedelia paludosa DC. 0100011

CONVOLVULACEAE

- Ipomoea sp 1 0300034
 (R) Ipomoea cairica (L.) Sweet 0300005
Ipomoea aff. longicuspis Meissn. 0300062
Ipomoea pescaprae (L.) R. Brown 0300058

EUPHORBIACEAE

- (R) Phyllanthus niruri L. 1300140

GRAMINEAE

Easpalum conjugatum Berg. 2900134

LABIATAE

Huhtis aff. lacustris St. Hill ex. Benth. 0900086

Marsyianthes chamaedris (Vahl.) Ktze. 0900015

LEGUMINOSAE

Andira fraxinifolia Benth. 1200141

Canavalia maritima 1200019

Cassia bicapsularis L. 1200096

Desmodium incanum (Swartz) DC. 1200043

Dioclea megacarpa Rolfe 1200056

Erythrina speciosa Andrews 1200114

Vigna luteola (Jacq.) Benth. 1200028

Zornia latifolia DC. 1200071

LILIACEA

(R) Hypoxis decumbens L. 2600069

LYTHRACEAE

Cuphea mesostemon Koehne 1100018

MALPIGHIACEAE

Stigmaphyllon ciliatum (Lam.) A. Juss. 1800030

MALVACEAE

(R) Sida carpinifolia L. 0500047

(R) <u>Sida cordifolia</u> L.	0500080
(R) <u>Sida rhombifolia</u> L.	0500003
(R) <u>Urena lobata</u> L.	0500110

MELASTOMATACEAE

<u>Libouchina clavata</u> (Pers.) Wurd.	0700007
---	---------

MYRTACEAE

<u>Psidium cattleianum</u> Sab.	1500038
(I) <u>Psidium guaiaba</u> L.	1500023

ONAGRACEAE

<u>Ludwigia suffruticosa</u> (L.) Hara	1900031
--	---------

PALMAE

<u>Sagrus romanzoffianum</u> Cham.	3200122
------------------------------------	---------

POLYGALACEAE

<u>Polygala cyparissias</u> St. Hill	1700074
<u>Polygala laureola</u> St. Hill et Moq.	1700029

RUBIACEAE

<u>Borreria verticillata</u> (L.) Mey.	0200009
<u>Chiococca alba</u> (L.) Rusby	0200070
<u>Diodia radula</u> C. & S.	0200026
(R) <u>Richardia brasiliensis</u> Gomez	0200002
<u>Rudgea villiflora</u> K. Schum.	0200021

SAPINDACEAE

- Dodonea viscosa (L.) Jacq. 3100121
Paullinia trigonia Vell. 3100079

SMILACACEAE

- Smilax campestris Griseb. 3000116

SOLANACEAE

- (R) Physalis peruviana Sendtn. 1000075

UMBELLIFERA

- Hydrocotyle bonariensis Lam. 0400001

VERBENACEAE

- Lantana undulata Schrank 0800014
Stachytarpheta cayennensis Schrank 0800013

ZINGIBERACEAE

- (I) Hedychium coronarium Koenig 2400051

3.2. ABUNDÂNCIA RELATIVA DAS FAMÍLIAS DE ABELHAS SOBRE AS FAMÍLIAS DE PLANTAS

A abundância relativa em número de indivíduos das famílias de abelhas nas famílias de plantas, dada nas tabelas 5 e 6, é melhor visualizada na figura 12, onde o padrão de visitas às famílias de plantas predominantemente visitadas é comparado ao padrão geral, obtido pela somatória dos dados nos respectivos locais. A seguir são feitos alguns comentários sobre o espectro de visitas a estas famílias na Ilha do Mel e, quando citado, em Alexandra.

RUBIACEAE

Esta foi a família mais visitada na Ilha do Mel, porém em Alexandra foi visitada por apenas dez indivíduos. Na Ilha do Mel a predominância de Halictidae é maior que no padrão geral e a frequência de Apidae é menor. Ressalta-se o fato de que D. opacus corresponde a 66,5% das abelhas coletadas e que a boa presença de Xylocopinae é devido à Ceratinula sp 3.

COMPOSITAE

O espectro de visitas à Compositae, tanto na Ilha do Mel como em Alexandra, mostra um aumento na proporção de Halictidae e uma diminuição na de Apidae em relação aos respectivos padrões gerais. Na Ilha do Mel Halictidae ultrapassa a 60% dos indivíduos coletados e em Alexandra observa-se um aumento na abundância relativa de Megachilidae e Andrenidae, nesta principalmente em relação aos machos.

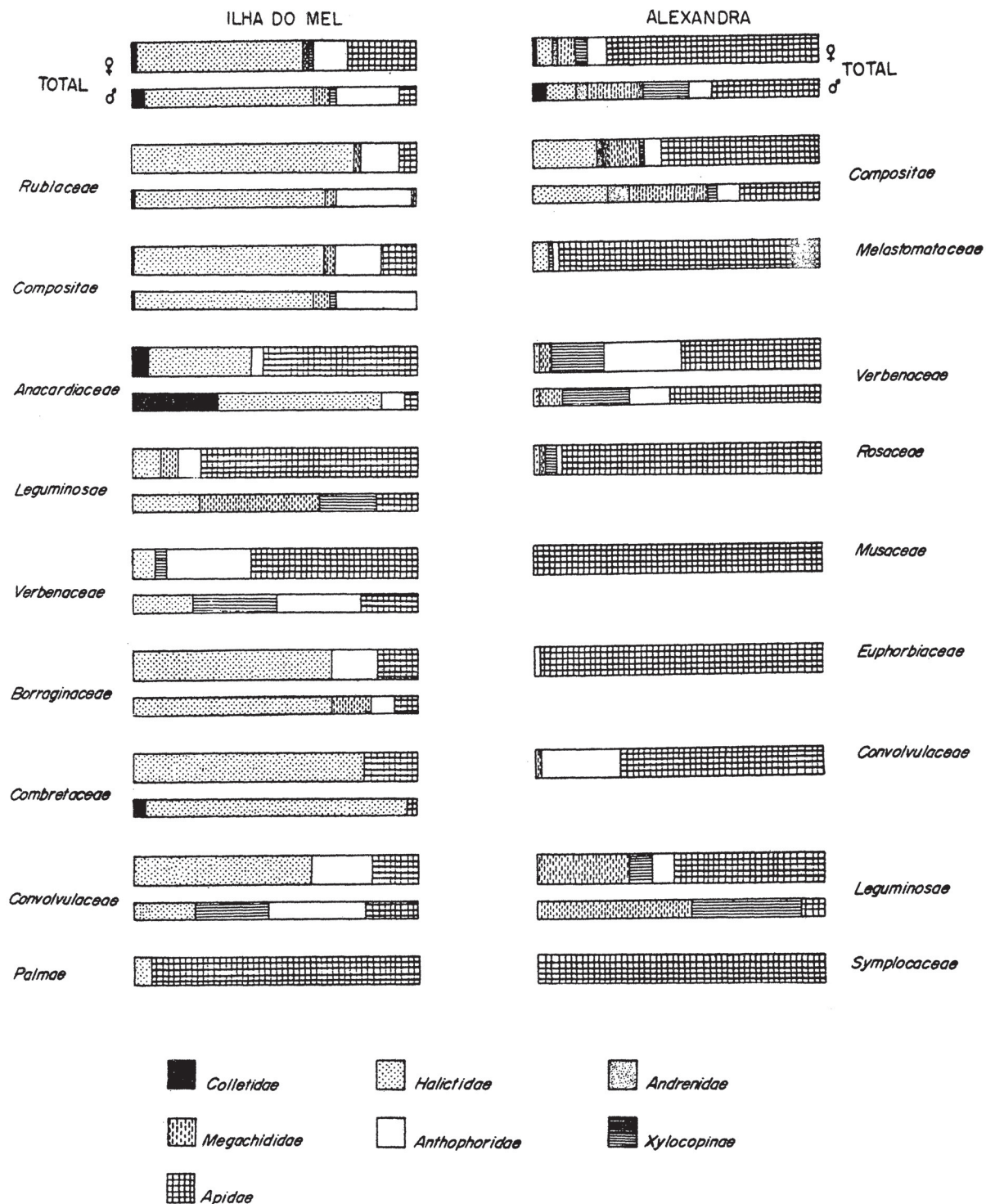


FIGURA 12. Espectro de visitas das diferentes famílias de abelhas (Anthophoridae não inclui Xylocopinae) às famílias de plantas mais visitadas na Ilha do Mel e em Alexandra (dados de LAROCCA, 1974). Os totais representam a somatória dos dados de todas as famílias. Fêmeas e machos estão representados separadamente.

ANACARDIACEAE

Esta família está ausente da amostra de Alexandra e na Ilha do Mel é caracterizada pela presença de um grande número de espécies e indivíduos da família Colletidae, pertencentes ao gênero Hylaeus, que também não ocorreu em Alexandra. Além de Hylaeus, seus mais frequentes visitantes foram abelhas de pequeno porte, como: Dialictus opacus, Plebeia remota, E. droryana, Ceratinula sp 3 e Tetragonisca angustula, sendo que os meliponíneos correspondem a mais de 50% das fêmeas coletadas.

LEGUMINOSAE

Em ambos os locais o seu espectro de visitas é diferente do padrão geral. Na Ilha do Mel há uma maior proporção de Apidae em relação ao padrão geral e o aumento de Megachilidae ocorre também em Alexandra. A abundância de Apidae nesta família na Ilha do Mel é devido principalmente às espécies de Bombus. Quanto aos Anthophoridae (excluído Xylocopinae) foi visitada apenas por machos.

VERBENACEAE

Foi visitada por um bom número de abelhas tanto na Ilha do Mel como em Alexandra e os espectros de visitas são mais semelhantes entre si do que quando comparados aos respectivos padrões gerais. Nas duas amostras há uma maior representação de Anthophoridae e Xylocopinae e uma diminuição da frequência da família predominante no padrão geral. Ao nível genérico observamos a predominância de gêneros de abelhas de maior porte, como: Bombus, Xylocopa e Centris.

BORRAGINACEAE

Há uma predominância de visitas de Halictidae, tanto nos machos como nas fêmeas. A família Megachilidae encontra-se representada apenas por exemplares machos.

COMBRETACEAE

Nesta família 77% das visitas devem-se a D. opacus.

CONVOLVULACEAE

As espécies de plantas desta família são diferentes nos dois locais, o que dificulta a comparação. Uma similaridade encontrada é a maior presença de Ceratina entre os Xylocopinae, que são mais frequentes que nos padrões gerais.

PALMAE

Esta família constitui uma exceção na Ilha do Mel, pois foi quase que exclusivamente visitada por meliponíneos. É digno de nota o fato de que a maioria dos indivíduos coletados o foram em flores caídas no chão, pois geralmente as inflorescências estavam à uma altura que impossibilitava a coleta.

3.3. ESPÉCIES DE PLANTAS PREDOMINANTEMENTE VISITADAS E SUAS FENOLOGIAS

O período de florada das plantas mais visitadas na Ilha do Mel, durante o ano de 1988, está representado na tabela 7, através do número de indivíduos de abelhas coletadas em cada mês, complementado com observações feitas nos dias em que não foi coletada nenhuma abelha. Nesta tabela podemos notar que a coleta de apenas duas abelhas no mês de agosto deve-se às condições adversas do tempo nos dias de coleta, pois várias plantas apresentavam flores nesta época do ano. Um dado característico é a presença de ervas e arbustos com flores durante praticamente o ano todo, p. ex. Diodia radula, Borreria verticilata, Stachytarphaeta cayennensis, Cordia curassavica, Ludwigia suffruticosa, Marsyianthes chamaedris, Centraterum punctatum e Wedelia paludosa.

A sucessão das visitas das diferentes famílias de abelhas às onze espécies de plantas mais visitadas (figura 13) é comentada a seguir:

OUTONO

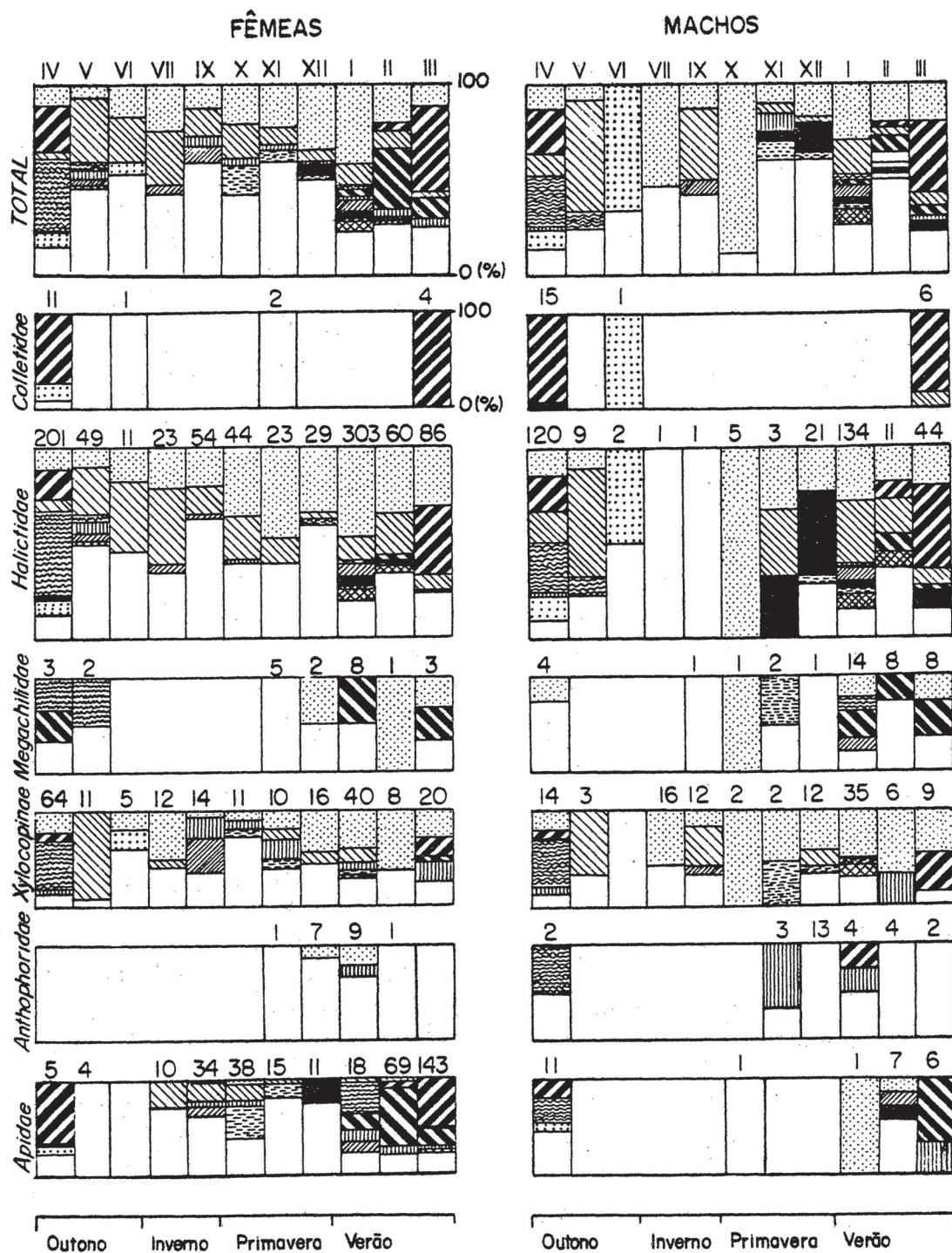
Eupatorium inulaefolium, planta mais visitada no mês de abril, principalmente por Halictidae e Xylocopinae. Quanto aos halíctides foi mais visitada por Dialictus opacus, Augochloropsis sp 2 e Neocorynura pseudobaccha.

Schinus terebinthifolius, seu pico de florescimento foi nos meses de março e abril. Foi visitada por Colletidae, Halictidae e Apidae, nesta última quase que exclusivamente por fêmeas.

TABELA 7. Período de florada das espécies de plantas mais visitadas na Ilha do Mel no ano de 1988, dado através do número de abelhas coletadas a cada mês e de observações nos dias em que não foi coletado nenhum indivíduo (+, planta com bom número de flores; -, planta com flores, mas em pequeno número).

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
<i>D. radula</i>	217	37	49	59	6	3	20	+	15	28	15	29
<i>S. terebinthifolius</i>		6	141	118								
<i>B. verticillata</i>	77	15	13	31	29	4	13	+	20	16	6	5
<i>E. inulaefolium</i>	12		2	170	4	-				-	-	
<i>V. luteola</i>	20	47	37	1	-	-						-
<i>S. cayennensis</i>	7	8	12	5	3	+	+	+	5	4	4	1
<i>C. curassavica</i>	32	1	+	1	2	+	1	+	10	+		-
<i>I. catappa</i>	20	3	5	3	-						1	12
<i>M. micrantha</i>			-	37	1	3	-					-
<i>E. valerianifolia</i>	13	+	-		-	-	-		+	14	5	3
<i>R. brasiliensis</i>	32	3	+	+	+	-	-			-	+	+
<i>W. paludosa</i>	5	1	+	+	4	+	1	+	4	12	5	2
<i>P. alopecuroides</i>	30	2	+	1								
<i>S. romanzoffianum</i>							-	+	22	+	3	8
<i>V. scorpioides</i>	4	-	-					-	18	1	1	7
<i>Mikania</i> sp 1				17	10	+		-	-			
<i>H. bonariensis</i>	5	1	1	1	-				-	2	+	15
<i>V. heyrichii</i>			8	15								
<i>C. punctatum</i>	+	-	5	1	+	+	15	+	+	2	+	-
<i>I. clavata</i>	2	1	5	1	-	-	-		-	3	8	1
<i>L. suffruticosa</i>	7	+	+	3	-		-	+	4	1	+	1
<i>S. rhobifolia</i>	10	1	+	1	-	-	-		-	+	1	2
<i>C. maritima</i>	3	3	7	1	1	-	-			-	+	+
<i>I. pescaprae</i>	9	3	+	1								
<i>M. chamaedris</i>	1	10	+	-	-	2	+	+	+	+	+	+
<i>E. leptocarpa</i>	9											+
<i>Z. latifolia</i>		+	6	1	-	-	-		-			

FIGURA 13. Sucessão mensal das visitas às espécies de plantas predominantemente visitadas. As abelhas silvestres estão representadas através das famílias, sendo que em Anthohoridae não está incluído Xylocopinae. O número de indivíduos coletados sobre as flôres está indicado acima dos gráficos. Machos e fêmeas estão representados separadamente.



Diodia radula e Borreria verticilata, rubiáceas visitadas nesta estação exclusivamente por fêmeas e machos de Halictidae e Xylocopinae.

Vigna luteola, em final de florada, no mês de abril foi coletada somente uma fêmea de Megachilidae.

Stachytarphaeta cayennensis, visitada por fêmeas e machos de Halictidae e Xylocopinae.

Cordia curassavica, visitada somente por fêmeas de Halictidae no mês de maio.

Mikania micrantha, planta característica do outono, visitada principalmente por Dialictus opacus (Halictidae), mas também por Colletidae, Apidae e Xylocopinae.

INVERNO

O mês de agosto foi excluído, pois neste mês não foram coletadas abelhas visitando flores.

Diodia radula, foi visitada por fêmeas de Halictidae, Xylocopinae e por uma de Apidae. Em machos apenas por Xylocopinae.

Borreria verticilata, nas fêmeas foi semelhante à D. radula, sendo mais visitada por Halictidae e Apidae e, nos machos exclusivamente por Xylocopinae.

Cordia curassavica, visitada principalmente por Xylocopinae.

Stachytarphaeta cayennensis, em setembro foi visitada por três fêmeas de Xylocopinae e duas de Apidae.

Entre as outras espécies de plantas visitadas nesta estação merecem citação: Centraterum punctatum, que no mês de julho foi visitada por 15 indivíduos das 3 famílias de abelhas em atividade.

Dodonea viscosa, visitada em julho por quatro operárias de Plebeia (Apidae).

Syagrus romanzoffianum, em setembro por 22 fêmeas de Meliponinae (Apidae) e duas de Halictidae.

PRIMAVERA

Diodia radula, é a planta mais visitada, tanto por machos como por fêmeas, sendo a maioria por Halictidae e Xylocopinae. Também foi visitada por duas fêmeas e um macho de Megachilidae e uma fêmea de Anthophoridae.

Borreria verticillata, visitada por fêmeas e machos de Halictidae e Xylocopinae e por fêmeas de Apidae.

Stachytarphaeta cayennensis, no mês de outubro foi modestamente visitada por fêmeas de Halictidae, Xylocopinae e Apidae e em novembro por fêmeas de Xylocopinae e machos de Anthophoridae.

Erichtites valerianifolia, foi visitada em grande parte por Apidae.

Terminalia catappa, o início de sua florada ocorreu nesta estação e se estendeu até maio. Em dezembro foi visitada apenas por fêmeas de Apidae e machos de Halictidae.

VERÃO

Diodia radula, é a planta mais visitada no mês de janeiro, tanto por fêmeas como por machos e este é o mês em

que foi coletado o maior número de indivíduos nesta planta. Foi visitada principalmente por Halictidae e Xylocopinae, mas também por Megachilidae e Apidae.

Vigna luteola, mais visitada no mês de fevereiro por fêmeas de Apidae e nos meses de janeiro e março ressaltam-se também as visitas de fêmeas e machos de Megachilidae. Machos de Apidae foram coletados somente em março.

Schinus terebinthifolius, é uma árvore com um período curto de florada, de fevereiro a abril, e em março foi a planta mais visitada. As visitas a esta espécie foram predominantemente de Halictidae e Apidae (nesta somente fêmeas) e também de Xylocopinae, Colletidae e um macho de Anthophoridae.

Borreria verticillata, foi visitada por fêmeas e machos de Halictidae e, em menor frequência, por Xylocopinae.

Stachytarphaeta cayennensis, visitada por Xylocopinae, Anthophoridae e Apidae.

Eupatorium inulaefolium, numa pequena florada em janeiro foi visitada por fêmeas de Apidae e machos de Megachilidae e Halictidae.

Cordia curassavica, foi visitada por fêmeas e machos de Halictidae e de Apidae e por dois machos de Megachilidae.

Terminalia catappa, por Halictidae e machos de Apidae.

Richardia brasiliensis, apesar de estar florida a maior parte do ano (ver tabela 7) só teve visitação em janeiro e fevereiro, sendo a maior parte por Halictidae e em menor importância Xylocopinae.

CONCLUSÕES

A comunidade de abelhas silvestres da Ilha do Mel, quando comparada à comunidade de Alexandra (localizada no Continente), apresenta características próprias ao nível de estrutura. Parte destas características devem ser gerais, das comunidades insulares, outras devem ser exclusivas da Ilha do Mel e de ilhas similares. Do mesmo modo, algumas destas características devem ser determinadas fundamentalmente por fatores históricos e outras por fatores ecológicos. A distinção do que é geral ou específico e de suas causas demanda novos estudos, visando obter uma repetição dos padrões observados.

O que primeiro se ressalta na amostra da associação de abelhas silvestres da Ilha do Mel é a sua "pobreza" de espécies em relação à de Alexandra, porém esta "diminuição" do número de espécies não ocorre de modo semelhante nas famílias e subfamílias. A família Halictidae, com 28 espécies nos dois locais, é a mais diversificada na Ilha do Mel, enquanto que em Alexandra é somente a terceira. Por outro lado, Megachilidae, que é o grupo com o maior número de espécies em Alexandra, está representado na amostra da comunidade insular por apenas sete espécies e das treze espécies de meliponíneos presentes na amostra do Continente somente três ocorreram na Ilha do Mel. A família Colletidae apresenta uma maior diversidade de espécies na Ilha do Mel, com a ocorrência de sete espécies de Hylaeus e uma de Colletes; em Alexandra, Colletidae está representada unicamente por Niltonia virgilli.

A comparação das abundâncias de indivíduos por famílias e subfamílias de abelhas apresentou um resultado semelhante, indicando na Ilha do Mel uma elevada frequência de Halictidae e uma redução nas abundâncias de Meliponinae e Megachilidae.

A distribuição das espécies em classes de abundância aponta um maior número de espécies raras nas duas amostras, o que faz supor, segundo PRESTON (1948), que um aumento do esforço de coletas resultará em um maior número de espécies representadas.

Dentre as espécies predominantes na Ilha do Mel destaca-se Dialictus opacus pela elevada abundância, chegando a 42,5% do total de indivíduos coletados. Este Halictidae foi também a espécie mais abundante em todos os meses, exceto em agosto.

Quando consideramos que a comunidade de abelhas silvestres presente na Ilha do Mel representa uma parte da api-fauna distribuída no Continente (na planície litorânea) e analisamos as espécies presentes em Alexandra e ausentes na Ilha do Mel, observamos que estas espécies estão em sua maior parte representadas por poucos indivíduos em Alexandra.

A ocorrência de 21 espécies exclusivas na amostra da Ilha do Mel, juntamente com a maior frequência de espécies com um ou dois indivíduos, indica a necessidade de um maior acúmulo de dados para se ter uma compreensão global da api-fauna da planície litorânea paranaense como um todo. Entre as espécies exclusivas da amostra da Ilha do Mel podemos destacar a ocorrência de sete espécies de Hylaeus, coletadas visitando principalmente Schinus terebinthifolius, uma Anacardiaceae

ausente em Alexandra. Este fato pode indicar uma relação mais estreita entre as espécies de abelhas deste gênero e esta espécie de planta comum na região.

Quanto à fenologia, ocorreu uma redução das atividades de visita às flores durante o inverno, sendo que Colletidae, Megachilidae e Anthophoridae (não incluindo Xylocopinae) apresentaram uma interrupção das atividades neste período. O pico de maior número de espécies de abelhas entre março e abril ocorreu tanto na Ilha do Mel como em Alexandra, apesar da diferença na composição de espécies. Outro aspecto característico é a ocorrência de algumas espécies de abelhas com indivíduos adultos em atividade durante praticamente o ano todo, o que também foi observado com relação à algumas espécies de ervas e arbustos que apresentaram flores durante todo o período de estudo.

Em relação às visitas às diferentes famílias de plantas, Compositae é, em ambos os locais, a família com o maior número de espécies de plantas visitadas e também com o maior número de espécies de abelhas. Na Ilha do Mel a família mais visitada em número de indivíduos de abelhas é Rubiaceae, devido principalmente à massiva visitação por Dialictus opacus.

Dois aspectos da estrutura da comunidade de abelhas silvestres da Ilha do Mel merecem ser destacados, pois têm implicações para o conhecimento geral acerca dos fatores que determinam a riqueza e distribuição da Apifauna.

Primeiramente a predominância de Halictidae na comunidade insular, tanto em número de indivíduos como em número de espécies, associada à pobreza de Meliponinae e Megachilidae, faz com que esta comunidade se assemelhe mais a comuni-

des características de ambientes temperados, por exemplo, a comunidade de São José dos Pinhais estudada por LAROCA (1974) e BORTOLI & LAROCA (1990), do que à comunidade estudada em Alexandra, na Planície Litorânea Paranaense. Este fato, caso haja uma compensação de densidades no sentido dado por MACARTHUR, DIAMOND & KARR (1972), principalmente em relação aos meliponíneos e halictídeos, pode ajudar a compreender as causas de uma maior diversidade de abelhas em regiões temperadas (ver MICHE-
NER, 1979), cabendo como suporte à hipótese levantada por ROUBIK (1979) e por LAROCA (1983) de que a pobreza de espécies em regiões tropicais é devido ao sucesso de espécies sociais que monopolizam grande quantidade de recursos.

O outro aspecto é relativo às causas da escassez de espécies de meliponíneos na comunidade insular. Uma das hipóteses levantadas para explicar a ausência destas espécies na Ilha do Mel fundamenta-se em um fator histórico: a não ocorrência destas espécies na área no final do período glacial mais recente, devido às alterações climáticas e retração das formações florestais. A outra hipótese é que a pobreza de meliponíneos tenha sido determinada em grande parte por um fator ecológico, ou seja: uma extinção seletiva deste grupo, após a formação da Ilha.

As duas hipóteses implicam em diferentes padrões de distribuição dos meliponíneos em ilhas continentais da região tropical, o que possibilita a verificação através de estudos em ilhas de diferentes latitudes, tamanhos e isolamento em relação ao continente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AB'SÁBER, A. N., 1977. Espaços ocupados pela expansão dos climas secos na América do Sul, por ocasião dos períodos glaciais quaternários. U.S.P., Inst. Geogr., Paleoclimas 3: 1-19.
- BERRY, R. J., 1983. Diversity and differentiation: The importance of island biology for general theory. DIKOS 41: 523-529.
- BIGARELLA, J. J. (Coord.), 1978. A Serra do Mar e a porção oriental do estado do Paraná... um problema de segurança ambiental e nacional (Contribuições à geografia, geologia e ecologia regional). Curitiba, ADEA. p. 249.
- BIGARELLA, J. J., ANDRADE-LIMA, D. DE & RIEHS, P. J., 1975. Considerações a respeito das mudanças paleoambientais na distribuição de algumas espécies vegetais e animais no Brasil. An. Acad. Bras. Ciênc. 47 (suplemento): 411-464.
- BORTOLI, C. DE & LAROCCA, S., 1990. Estudo biocenótico em Apoidea (Hymenoptera) de uma área restrita em São José dos Pinhais (PR, Sul do Brasil), com notas comparativas. Dusenía 15: 1-112.
- BROWN, J. H., 1981. Two decades of Homage to Santa Rosalia: Toward a general theory of diversity. Amer. Zool. 21: 877-888.
- CAMARGO, J. M. F. & MAZUCATO, M., 1984. Inventário da apifauna e da flora apícola de Ribeirão Preto, SP, Brasil. Dusenía 14 (2): 55-87.
- CURE, J. R., 1983. Estudo ecológico da comunidade de abelhas silvestres (Hymenoptera, Apoidea) do Parque da Cidade, comparado ao de outras áreas de Curitiba, Paraná. Curitiba. Tese, Mestrado. Universidade Federal do Paraná. 100 p.
- CURE, J. R. & LAROCCA, S., 1984. Programa fortran para manipulação de dados em ecologia de comunidades animais. Dusenía 14 (4): 211-217.
- DIAMOND, J. M., 1975. Assembly of species communities. In M. L. Cody & J. M. Diamond (Eds.), Ecology and Evolution of Communities: 342-444. Belknap Press. Cambridge, Mass. USA.
- DICKERSON, J. E., Jr. & ROBINSON, J. V., 1986. The controlled assembly of microcosmic communities: The selective extinction hypotheses. Decologia 71: 12-17.
- FRANKIE, G. W., 1980. Tropical forest phenology and pollinator-plant coevolution. In L. E. GILBERT & P. H. RAVEN (Eds.), Coevolution of animals and plants: 192-209. Univ. Texas Press, Austin.

- GAUCH, H. G., Jr. & CHASE, G. B., 1974. Fitting the gaussian curve to ecological data. Ecology 55: 1377-1381.
- HEITHAUS, E. R., 1974. The role of plant-pollinator interactions in determining community structure. Ann. Mo. Bot. Gard. 61: 675-691.
- HEITHAUS, E. R., 1979a. Community structure of neotropical flower visiting bees and wasps: Diversity and phenology. Ecology 60(1): 190-202.
- HEITHAUS, E. R., 1979b. Flower visitation records and resource overlap of bees and wasps in northwest Costa Rica. Brenesia 16: 9-52.
- HEITHAUS, E. R., 1979c. Flower feeding specialization in wild bee and wasp communities in seasonal neotropical habitats. Oecologia 42: 179-194.
- HOLDRIDGE, L. R. 1967. Life Zone Ecology. Tropical Science Center, San Jose, Costa Rica. p. 206.
- HUBBELL, S. P. & JOHNSON, L. K., 1977. Competition and nest spacing in a tropical stingless bee community. Ecology 60(1): 190-202.
- HUGHES, R. G., 1986. Theories and models of species abundance. Am. Nat. 128(6):879-899.
- HUMPHREY, P. S. & PÉFAUR, J. E., 1979. Glaciation and species richness of birds on austral south american islands. Occ. Pap. Mus. Nat. Hist. Univ. Kans. 80: 1-9.
- I.N.P.H., 1988. Instituto de Pesquisas Hidroviárias - PORTO-BRÁS. Relatório de apresentação das medidas meteorológicas observadas em Pontal do Sul, Paranaguá, PR. Período: set./82 a dez./86.
- KERR, W. E., 1950. Bases para o estudo da genética de populações dos Hymenoptera em geral e dos Apinae sociais em particular. An. Esc. Sup. Agr. "Luiz de Queiroz" 5: 219-354.
- KERR, W. E. & MAULE, V., 1964. Geographic distribution of stingless bees and its implications (Hymenoptera: Apidae). J. of the N. Y. Ent. Soc., 72: 2-18.
- KERR, W. E. & VENCOVSKY, R., 1982. Melhoramento genético em abelhas .I. efeito do número de colônias sobre o melhoramento. Rev. Bras. Gen. 5(2): 279-285.
- KEVAN, P. G. & BAKER, H. G., 1983. Insects as flower visitors and pollinators. Ann. Rev. Entomol. 28: 407-453.
- KLEIN, R. M., 1984. Aspectos dinâmicos da vegetação do sul do Brasil. Sellowia 34: 5-54.

- KREBS, J. K., 1978. Ecology: The experimental analysis of distribution and abundance. Second ed. Harper & Row, publishers Inc. New York. USA. p. 678.
- LAROCA, S., 1974. Estudo feno-ecológico em Apoidea do Litoral e Primeiro Planalto paranaense. Curitiba. Tese, Mestrado. Universidade Federal do Paraná. 62 p.
- LAROCA, S., 1983. Biocoenotics of wild bees (Hymenoptera, Apoidea) at three neartic sites. With comparative notes on some neotropical assemblages. Kansas, USA. Ph. D. Thesis. Kansas Univ. 194 p.
- LAROCA, S. & ALMEIDA, M.C. DE, 1985. Adaptação dos palpos labiais de Niltonia virgiliai (Hymenoptera, Apoidea, Colletidae) para a coleta de néctar em Jacaranda puberula (Bignoniaceae), com descrição do macho. Revta. Bras. Ent. 29(2): 289-297.
- LAROCA, S., CURE, J. R. & BORTOLI, C. DE, 1982. A associação de abelhas silvestres (Hymenoptera, Apoidea) de uma área restrita no interior da cidade de Curitiba (Brasil): uma abordagem biocenótica. Dusenía 13(3): 93-117.
- LAROCA, S., SCHWARTZ, D. L., F^o. & ZANELLA, F. C. V., 1987. Ninho de Austromegachile habilis e notas sobre a diversidade de Megachile em biótopos neotropicais. Acta Biol. Par. 16(1, 2,3,4): 93-105.
- MAACK, R., 1968. Geografia Física do Estado do Paraná. Pap. Max Roesner Ltda. Curitiba, PR. 350 p.
- MACARTHUR, R. H., 1969. Patterns of communities in the tropics. Biol. J. Linn. Soc. 1: 19-30.
- MACARTHUR, R. H., 1972. Geographical Ecology: Patterns in the distribution of species. Harper & Row, Publishers, Inc. New York. 269 p.
- MACARTHUR, R. H., DIAMOND, J. M. & KARR, J., 1972. Density compensation in island faunas. Ecology 53: 330-342.
- MACARTHUR, R. H. & WILSON, E. O., 1963. An equilibrium theory of insular zoogeography. Evolution 17: 373-387.
- MACARTHUR, R. H. & WILSON, E. O., 1967. The Theory of Island Biogeography. Princeton Univ. Press. Princeton. 203 p.
- MAY, R. M., 1975. Patterns of species abundance and diversity. In M. L. Cody & J. M. Diamond (Eds.). Ecology and Evolution of communities: 81-120. Belknap Press. Cambridge, Mass.
- MICHENER, C. D., 1974. The Social Behaviour of Bees. Harvard Univ. Press. Cambridge, Mass.
- MICHENER, C. D., 1979. Biogeography of bees. Ann. Mo. Bot. Gard. 66: 277-347.

- MOURE, J. S. & HURD, P. D., Jr., 1987. An Annotated Catalog of the Halictidae Bees of the Western Hemisphere (Hymenoptera: Halictidae). Smithsonian Inst. Press. Washington, D.C.
- NOGUEIRA-NETTO, P., 1954. Notas bionômicas sobre meliponíneos, III- Sobre a enxameagem. Arg. Mus. Nacional 42: 219-452.
- NOGUEIRA-NETTO, P., 1970. A criação de abelhas indígenas sem ferrão. [Primeira ed., 1953]. Chácaras e quintais. São Paulo. 365 p.
- ORTH, A. I., 1983. Estudo ecológico de abelhas silvestres (Hymenoptera, Apoidea) em Cacador, SC, com ênfase em polinizadores potenciais da macieira (Pyrus malus L.) (Rosaceae). Curitiba. Tese, Mestrado. Universidade Federal do Paraná. 135 p.
- ORTOLAN, S. M. DE L. S., 1989. Biocenótica em Apoidea (Hymenoptera) de áreas de macieira (Pyrus malus) em Lages - Santa Catarina, com notas comparativas e experimento preliminar de polinização com Plebeia emerina L. Curitiba. Tese, Mestrado. Universidade Federal do Paraná. 170 p.
- PATTERSON, B. D. & ATMAR, W., 1986. Nested subsets and the structure of insular mammalian faunas and archipelagos. Biol. J. Linn. Soc. 28: 65-82.
- PIELOU, E. C., 1975. Ecological Diversity. John Wiley & Sons Inc. New York. 165 p.
- PIELOU, E. C., 1979. Biogeography. John Wiley & Sons Inc. New York. 190-191 p.
- PRESTON, F. W., 1948. The commonness and rarity of species. Ecology 29: 254-283.
- PRESTON, F. W., 1962. The canonical distribution of commonness and rarity. Part I. Ecology 43: 185-215; Part II. Ibid. 43: 410-432.
- PRESTON, F. W., 1980. Noncanonical distributions of commonness and rarity. Ecology 61(1): 88-97.
- ROUBIK, D. W., 1979. Africanized honeybees, stingless bees and the structure of tropical plant-pollinator communities. Id. Agric. Exp. Sta. Spec. Misc. Publ. 1: 403-417.
- ROUTLEDGE, R. D., 1980. The form of species abundance distributions. J. Theor. Biol. 82: 547-558.
- SAKAGAMI, S. F. & LAROCCA, S., 1971a. Relative abundance, phenology, and flower visitors of apid bees in eastern Parana, southern Brazil (Hymenoptera - Apoidea). Kontyû 39(3): 217-230.

- SAKAGAMI, S. F. & LAROCA, S., 1971b. Observations on the bionomics of some neotropical xylocopinae bees, with comparative and biofaunistic notes (Hymenoptera, Anthophoridae). Jour. Fac. Sci., Hokkaido Univ., Series VI, Zool. 18(1): 57-127.
- SAKAGAMI, S. F., LAROCA, S. & MOURE, J. S., 1967. Wild bee biocoenotics in São José dos Pinhais (PR), South Brazil. Preliminary report. Jour. Fac. Sci., Hokkaido Univ., Series VI, Zool. 16(2): 253-291.
- SAKAGAMI, S. F. & MATSUMURA, T., 1967. Relative abundance, phenology and flower preference of andrenid bees in Sapporo, north Japan (Hymenoptera, Apoidea). Jap. J. Ecol. 17: 237-250.
- SIMBERLOFF, D.S., 1974. Equilibrium theory of island biogeography and ecology. Ann. Rev. Ecol. Syst. 5: 161-182.
- SUDGEN, A. M., 1983. Determinants of species composition in some isolated neotropical cloud forests. In S. L. Sutton, T.C. Whitmore & A. C. Chadwick (Eds.). Tropical Rain Forests: Ecology and Management: 77-91. Blakwell Scientific Publications. Oxford.
- TAURA, H. M., 1990. A comunidade de abelhas silvestres (Hymenoptera, Apoidea) do Passeio Público, Curitiba, Paraná, Sul do Brasil: uma abordagem comparativa. Curitiba. Tese, Mestrado. Universidade Federal do Paraná. 145 p.
- VUILLEUMIER, F. & SIMBERLOFF, D., 1980. Ecology versus history as determinants of patchy and insular distributions in high andean birds. Evolutionary Biology 12: 235-279.
- WILLE, A., 1983. Biology of stingless bees. Ann. Rev. Entomol. 28: 41-64.
- WILSON, E. O. & WILLIS, E. O., 1975. Applied Biogeography. In M. L. Cody & J. M. Diamond (Eds.). Ecology and Evolution of Communities: 522-534. Belknap Press. Cambridge, Mass.
- WRIGHT, D. H., 1983. Species-energy theory: an extension of species-area theory. OIKOS 41: 496-506.